Задачники · Дрофы ·

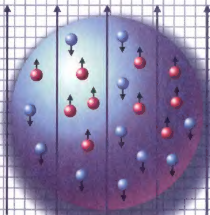
Физика

А. П. Рымкевич

Задачник

10–11

классы





ДРОФА

Задачники «Дрофы»

А. П. Рымкевич

Физика

классы

10–11

Пособие
для общеобразовательных
учреждений



Рекомендовано Департаментом
общего и дошкольного образования
Министерства образования
Российской Федерации



10-е издание, стереотипное



дрофа
Москва · 2006

УДК 373.167.1:53(076.1)
ББК 22.3я72
Р95

Серия «Задачники «Дрофы» основана в 1996 г.

Рымкевич, А. П.
Р95 Физика. Задачник. 10—11 кл. : пособие для общеобразоват. учреждений / А. П. Рымкевич. — 10-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2006. — 188, [4] с. : ил. — (Задачники «Дрофы»).
ISBN 5-358-00271-5

В сборник задач по физике включены задачи по всем разделам школьного курса для 10—11 классов. Расположение задач соответствует структуре учебных программ и учебников.

УДК 373.167.1:53(076.1)
ББК 22.3я72

ISBN 5-358-00271-5

ПРЕДИСЛОВИЕ

Овладеть школьным курсом физики — это значит не только понять физические явления и закономерности, но и научиться применять их на практике. Всякое применение общих положений физики для разрешения конкретного, частного вопроса есть решение физической задачи. Умение решать задачи делает знания действенными, практически применимыми.

Приступая к решению задачи, нужно прежде всего вникнуть в смысл задачи и установить, какие физические явления и закономерности лежат в ее основе, какие из описанных в ней процессов являются главными и какими можно пренебречь. Надо выяснить, какие упрощающие положения можно ввести для решения задачи. Рассчитывая, например, время падения тела с некоторой высоты, исходят из следующих упрощений: тело считают материальной точкой, ускорение свободного падения — постоянным, сопротивление воздуха не учитывают. Принятые допущения отмечают при анализе задачи.

В тексте задач сборника не указывается степень точности некоторых числовых данных, устанавливаемая путем прибавления справа значащих нулей. Поэтому данные, выраженные одной значащей цифрой (2 м, 0,3 А и т. д.), следует считать либо условно точными (наперед заданными), либо приближенными с той степенью точности, с которой заданы другие величины, входящие в задачу. Точность ответа не должна превышать точности исходных данных.

Используя табличные значения величин и физических постоянных, следует округлять их со степенью точности, определяемой условием конкретной задачи.

В задачах с конкретным содержанием из области: техники, сельского хозяйства, спорта, быта, а также в задачах с историческим содержанием приведены реальные паспортные, справочные или исторические данные с точностью, заданной в соответствующих источниках. Вычисления в таких задачах, естественно, становятся более громоздкими. Поэтому при их решении целесообразно пользоваться микрокалькулятором. При отсутствии микрокалькулятора данные следует округлить до двух-трех значащих цифр. Ответы на такие задачи приведены для расчетов без округления табличных величин.

Прежде чем приступить к вычислениям, следует все исходные данные выразить в одной системе единиц. В большинстве случаев задачи рекомендуется решать в Международной системе единиц (СИ). При решении задач по квантовой, атомной и ядерной физике рекомендуется пользоваться единицами, принятыми в соответствующих отраслях науки, т. е. массу выражать в атомных единицах массы, а энергию — в мегаэлектронвольтах.

Многие задачи целесообразно решать устно. Это относится к большинству качественных задач, многим тренировочным, а также к задачам на исследование функциональной зависимости типа: «Во сколько раз изменится величина y при изменении величины x в n раз?»

В настоящем издании используется двойная нумерация в связи с добавлением задач, отражающих современное состояние науки и техники (в скобках стоят номера задач из сборника 1998 г. издания). Задачи повышенной трудности отмечены звездочкой (*), новые — (н).

МЕХАНИКА

ГЛАВА I
ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ

1. Поступательное движение. Материальная точка. Система отсчета. Путь и перемещение

1. Рисунок 1 воспроизводит несколько положений работающего подъемного крана. Можно ли считать поступательным движение стрелы? груза?

2. Какие элементы аттракциона «Колесо обозрения» (рис. 2) движутся поступательно?

3. Можно ли принять Землю за материальную точку при расчете:

а) расстояния от Земли до Солнца;

б) пути, пройденного Землей по орбите вокруг Солнца за месяц;

в) длины экватора Земли;

г) скорости движения точки экватора при суточном вращении Земли вокруг оси;

д) скорости движения Земли по орбите вокруг Солнца?

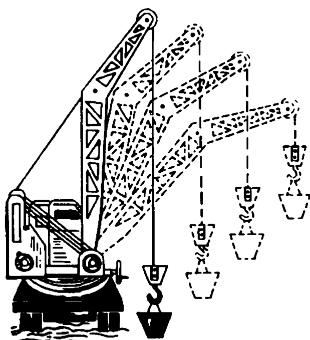


Рис. 1

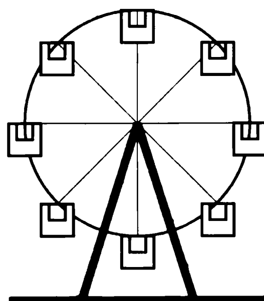


Рис. 2

4. Указать, в каких из приведенных ниже случаях изучаемое тело можно принять за материальную точку:

а) вычисляют давление трактора на грунт;

б) определяют высоту поднятия ракеты;

в) рассчитывают работу, совершенную при поднятии в горизонтальном положении плиты перекрытия известной массы на заданную высоту;

г) определяют объем стального шарика, пользуясь измерительным цилиндром (мензуркой).

5. Можно ли принять за материальную точку снаряд при расчете:

а) дальности полета снаряда;

б) формы снаряда, обеспечивающей уменьшение сопротивления воздуха?

6. Можно ли принять за материальную точку железнодорожный состав длиной около 1 км при расчете пути, пройденного за несколько секунд?

7. На рисунке 3 изображен план футбольного поля на пришкольном участке. Найти координаты угловых флажков (O, B, C, D), мяча (E), зрителей (K, L, M).

8. Найти координаты (приблизительно) левого нижнего угла доски, правого верхнего угла стола, за которым вы сидите. Для этого связать систему отсчета с классом и совместить ось X с линией пересечения пола и стены, на которой висит доска, ось Y с линией пересечения пола и наружной стены, а ось Z с линией пересечения этих стен.

9. Сравнить пути и перемещения вертолета и автомобиля, траектории которых показаны на рисунке 4.

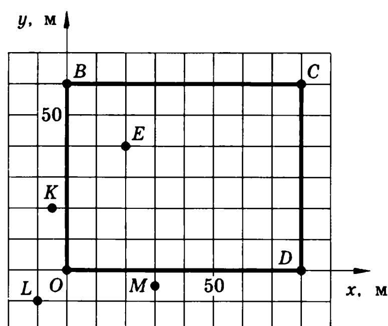


Рис. 3



Рис. 4

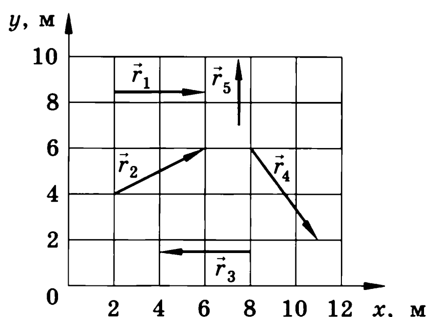


Рис. 5

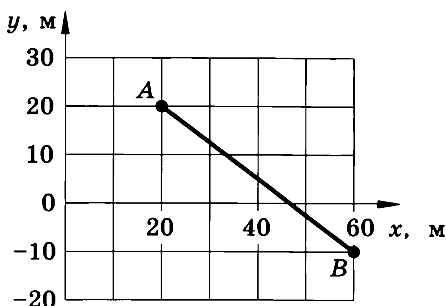


Рис. 6

10. Путь или перемещение мы оплачиваем при поездке в такси? самолете?

11. Мяч упал с высоты 3 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 1 м. Найти путь и перемещение мяча.

12. Движущийся равномерно автомобиль сделал разворот, описав половину окружности. Сделать чертеж, на котором указать пути и перемещения автомобиля за все время разворота и за треть этого времени. Во сколько раз пути, пройденные за указанные промежутки времени, больше модулей векторов соответствующих перемещений?

13. На рисунке 5 показаны перемещения пяти материальных точек. Найти проекции векторов перемещения на оси координат.

14. На рисунке 6 показана траектория движения материальной точки из A в B. Найти координаты точки в начале и конце движения, проекции перемещения на оси координат, модуль перемещения.

15. На рисунке 7 показана траектория $ABCD$ движения материальной точки из A в D. Найти координаты точки в начале и конце движения, пройденный путь, перемещение, проекции перемещения на оси координат.

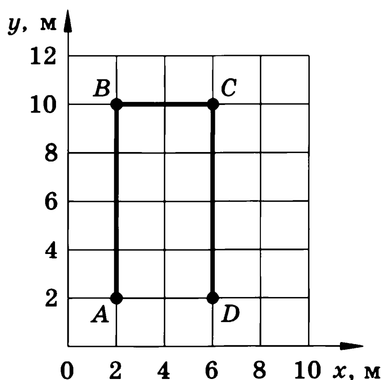


Рис. 7

16. Тело переместилось из точки с координатами $x_1 = 0$, $y_1 = 2$ м в точку с координатами $x_2 = 4$ м, $y_2 = -1$ м. Сделать чертеж, найти перемещение и его проекции на оси координат.

17. Вертолет, пролетев в горизонтальном полете по прямой 40 км, повернул под углом 90° и пролетел еще 30 км. Найти путь и перемещение вертолета.

18. Катер прошел по озеру в направлении на северо-восток 2 км, а затем в северном направлении еще 1 км. Найти геометрическим построением модуль и направление перемещения.

19. Туристы прошли сначала 400 м на северо-запад, затем 500 м на восток и еще 300 м на север. Найти геометрическим построением модуль и направление их перемещения.

2. Прямолинейное равномерное движение

20. По прямолинейной автостраде (рис. 8) движутся равномерно: автобус — вправо со скоростью 20 м/с, легковой автомобиль — влево со скоростью 15 м/с и мотоциклист — влево со скоростью 10 м/с. Координаты этих экипажей в момент начала наблюдения равны соответственно 500, 200 и −300 м. Написать их уравнения движения. Найти: а) координату автобуса через 5 с; б) координату легкового автомобиля и пройденный путь через 10 с; в) через какое время координата мотоциклиста будет равна −600 м; г) в какой момент времени автобус проезжал мимо дерева; д) где был легковой автомобиль за 20 с до начала наблюдения.

21. Движение грузового автомобиля описывается уравнением $x_1 = -270 + 12t$, а движение пешехода по обочине того же шоссе — уравнением $x_2 = -1{,}5t$. Сделать пояснительный рисунок (ось X направить вправо), на котором указать положение автомобиля и пешехода в момент начала наблюдения. С какими скоростями и в каком направлении они двигались? Когда и где они встретились?

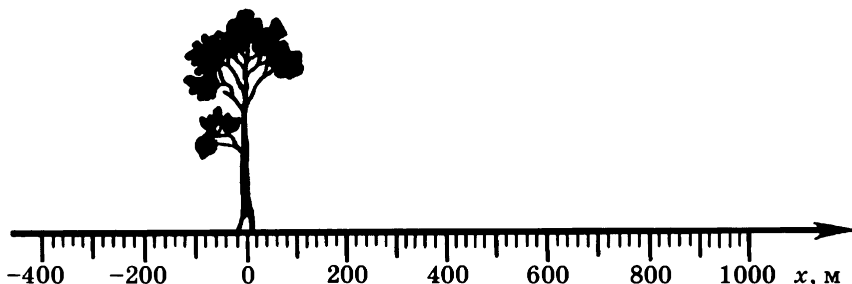


Рис. 8

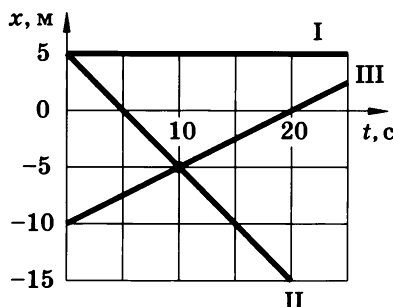


Рис. 9

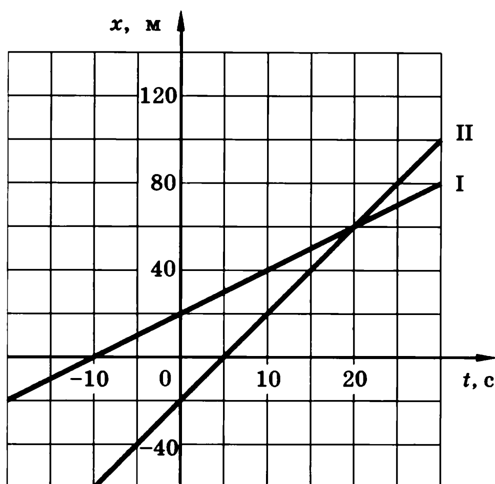


Рис. 10

22. По заданным графикам (рис. 9) найти начальные координаты тел и проекции скорости их движения. Написать уравнения движения тел $x = x(t)$. Из графиков и уравнений найти время и место встречи тел, движения которых описываются графиками II и III.

23. Движения двух велосипедистов заданы уравнениями: $x_1 = 5t$, $x_2 = 150 - 10t$. Построить графики зависимости $x(t)$. Найти время и место встречи.

24. Графики движения двух тел представлены на рисунке 10. Написать уравнения движения $x = x(t)$. Что означают точки пересечения графиков с осями координат?

25. По прямому шоссе в одном направлении движутся два мотоциклиста. Скорость первого мотоциклиста 10 м/с. Второй догоняет его со скоростью 20 м/с. Расстояние между мотоциклистами в начальный момент времени равно 200 м. Написать уравнения движений мотоциклистов в системе отсчета, связанной с землей, приняв за начало координат место нахождения второго мотоциклиста в начальный момент времени и выбрав за положительное направление оси X направление движения мотоциклистов. Построить на одном чертеже графики движения обоих мотоциклистов (рекомендуемые масштабы: в 1 см 100 м; в 1 см 5 с). Найти время и место встречи мотоциклистов.

26(н). Автомобиль и велосипедист движутся навстречу друг другу со скоростями соответственно 20 и 5 м/с. Расстоя-

ние между ними в начальный момент времени равно 250 м. Написать уравнения движения тел и построить графики зависимости $x = x(t)$. Систему отсчета связать с землей. Считать, что положение автомобиля при $t = 0$ совпадает с началом отсчета, а ось X направлена в ту же сторону, что и скорость движения автомобиля.

Графически и аналитически определить: а) место и время их встречи; б) кто из них раньше пройдет сотый метр и на сколько раньше; в) расстояние между ними через 5 с; г) где находился автомобиль в тот момент, когда велосипедист проходил точку с координатой 225 м; д) когда велосипедист проходил точку, в которой автомобиль был через 7,5 с после начала движения; е) в какие моменты времени расстояние между ними было 125 м; ж) какую точку автомобиль прошел раньше велосипедиста на 12,5 с.

27(н). Движение материальной точки в данной системе отсчета описывается уравнениями $y = 1 + 2t$, $x = 2 + t$. Найти уравнение траектории. Построить траекторию на плоскости XOY. Указать положение точки $t = 0$, направление и скорость движения.

3. Относительность движения

28. Какова траектория движения точки обода велосипедного колеса при равномерном и прямолинейном движении велосипедиста в системах отсчета, жестко связанных: а) с вращающимся колесом; б) с рамой велосипеда; в) с землей?

29. Может ли человек, находясь на движущемся эскалаторе метро, быть в покое в системе отсчета, связанной с землей?

30. На рисунке 11 помещен кадр из диафильма по сказке Г.-Х. Андерсена «Дюймовочка». Объяснить физическую несостоятельность текста под кадром.

31[1]**.** Скорость штормового ветра равна 30 м/с, а скорость автомобиля «Жигули» достигает 150 км/ч. Может ли автомобиль двигаться так, чтобы быть в покое относительно воздуха?

32. Скорость велосипедиста 36 км/ч, а скорость ветра 4 м/с. Какова скорость ветра в системе отсчета, связанной с велосипедистом, при: а) встречном ветре; б) попутном ветре?

---

[1] В этой и последующих задачах, если нет специальных оговорок, указана скорость в системе отсчета, связанной с землей.



Лист кувшинки поплыл по течению. Течение было сильное, и жаба никак не могла догнать Дюймовочку

Рис. 11

33. Гусеничный трактор Т-150 движется с максимальной скоростью 18 км/ч. Найти проекции векторов скоростей верхней и нижней части гусеницы на оси X и X_1. Ось X связана с землей, ось X_1 — с трактором. Обе оси направлены по ходу движения трактора.

34. Эскалатор метро движется со скоростью 0,75 м/с. Найти время, за которое пассажир переместится на 20 м относительно земли, если он сам идет в направлении движения эскалатора со скоростью 0,25 м/с в системе отсчета, связанной с эскалатором.

35. Два поезда движутся навстречу друг другу со скоростями 72 и 54 км/ч. Пассажир, находящийся в первом поезде, замечает, что второй поезд проходит мимо него в течение 14 с. Какова длина второго поезда?

36. Скорость движения лодки относительно воды в n раз больше скорости течения реки. Во сколько раз больше времени занимает поездка на лодке между двумя пунктами против течения, чем по течению? Решить задачу для значений $n = 2$ и $n = 11$.

37. Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течение 1 мин. По неподвижному эскалатору

пассажир поднимается за 3 мин. Сколько времени будет подниматься идущий вверх пассажир по движущемуся эскалатору?

38. Легковой автомобиль движется со скоростью 20 м/с за грузовым, скорость которого 16,5 м/с. В момент начала обгона водитель легкового автомобиля увидел встречный междугородный автобус, движущийся со скоростью 25 м/с. При каком наименьшем расстоянии до автобуса можно начинать обгон, если в начале обгона легковая машина была в 15 м от грузовой, а к концу обгона она должна быть впереди грузовой на 20 м?

39. Рыболов, двигаясь на лодке против течения реки, уронил удочку. Через 1 мин он заметил потерю и сразу же повернул обратно. Через какой промежуток времени после потери он догонит удочку? Скорость течения реки и скорость лодки относительно воды постоянны. На каком расстоянии от места потери он догонит удочку, если скорость течения воды равна 2 м/с?

40*(н). На рисунке 12 приведены графики движения велосипедиста I и движения мотоциклиста II в системе отсчета, связанной с землей. Написать уравнение движения велосипедиста в системе отсчета, связанной с мотоциклистом, и построить график его движения в этой системе.

41*(н). На рисунке 13 изображен график движения второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем. Написать уравнения движений и построить графики в системе отсчета, связанной с землей (начало координат расположить в месте нахождения первого автомобиля в начальный момент времени), если скорость первого автомобиля относительно земли: а) направлена по оси X и равна 2 м/с; б) направлена по оси X и равна 6 м/с; в) направлена в сторону, противо-

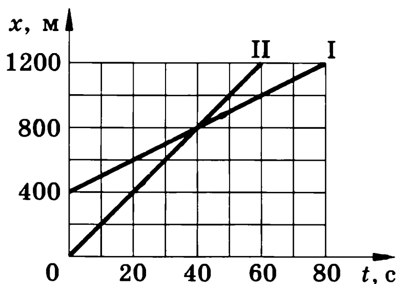


Рис. 12

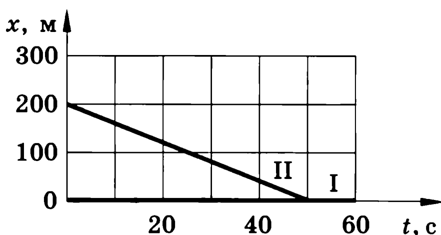


Рис. 13

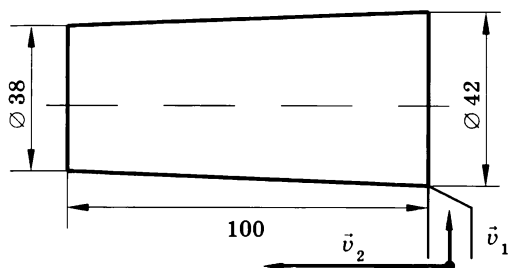


Рис. 14

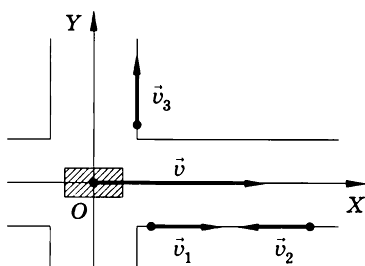


Рис. 15

положную оси X, и равна 2 м/с. Описать картину движения в каждом случае.

42[1](41). Скорость продольной подачи резца токарного станка 12 см/мин, а поперечной подачи 5 см/мин. Какова скорость резца в системе отсчета, связанной с корпусом станка?

43(42). Вертолет летел на север со скоростью 20 м/с. С какой скоростью и под каким углом к меридиану будет лететь вертолет, если подует западный ветер со скоростью 10 м/с?

44(43). Катер, переправляясь через реку, движется перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/с в системе отсчета, связанной с водой. На сколько метров будет снесен катер течением, если ширина реки 800 м, а скорость течения 1 м/с?

45(44). На токарном станке вытачивают деталь в форме усеченного конуса (рис. 14). Какова должна быть скорость поперечной подачи резца, если скорость продольной подачи 25 см/мин? Размеры детали (в миллиметрах) указаны на рисунке.

46. В безветренную погоду вертолет двигался со скоростью 90 км/ч точно на север. Найти скорость и курс вертолета, если подул северо-западный ветер под углом 45° к меридиану. Скорость ветра 10 м/с.

47*. В системе отсчета, связанной с землей, трамвай движется со скоростью v = 2,4 м/с (рис. 15), а три пешехода — с одинаковыми по модулю скоростями $v_1 = v_2 = v_3 = 1$ м/с. Найти: а) модули скоростей пешеходов в системе отсчета, связанной с трамваем; б) проекции векторов скоростей пешеходов на оси координат в этой системе отсчета.

---

[1] Эту и последующие задачи данного параграфа можно решать графически.

4. Скорость при прямолинейном неравномерном движении

48(н). Велосипедист за первые 5 с проехал 40 м, за следующие 10 с — 100 м и за последние 5 с — 20 с. Найти средние скорости на каждом из участков и на всем пути.

49*(48). Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью v_1 = 10 м/с, а вторую половину пути со скоростью v_1 = 15 м/с. Найти среднюю скорость на всем пути. Доказать, что средняя скорость меньше среднего арифметического значений v_1 и v_2.

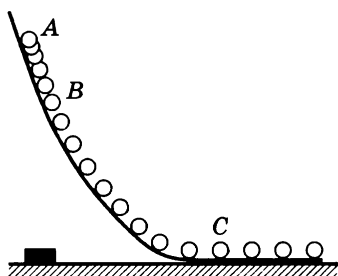


Рис. 16

50(49). На рисунке 16 воспроизведено со стробоскопической фотографии движение шарика. Найти среднюю скорость движения шарика на участке *AB* и мгновенную скорость в точке *C*, зная, что частота съемки 50 раз в 1 с. Натуральная длина спичечного коробка, изображенного на фотографии, равна 50 мм. Движение по горизонтальному участку считать равномерным.

51(50)[1]. При ударе кузнечного молота по заготовке ускорение при торможении молота было по модулю равно 200 м/с^2. Сколько времени длится удар, если начальная скорость молота была 10 м/с?

52(51). Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость 0,6 м/с. Через какое время от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с?

53(52). Велосипедист движется под уклон с ускорением 0,3 м/с^2. Какую скорость приобретет велосипедист через 20 с, если его начальная скорость равна 4 м/с?

54(53). За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением 0,4 м/с^2, увеличит свою скорость с 12 до 20 м/с?

55(54). Зависимость скорости от времени при разгоне автомобиля задана формулой $v_x = 0{,}8t$. Построить график зави-

---

[1] В задачах этого и следующего параграфов считать движение равноускоренным и прямолинейным. Если нет специальных оговорок, то полагать, что движение происходит вдоль оси *X*, положительное направление которой совпадает с направлением движения в начальный момент времени.

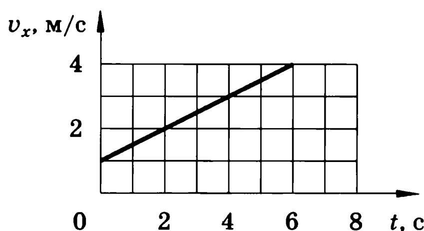


Рис. 17

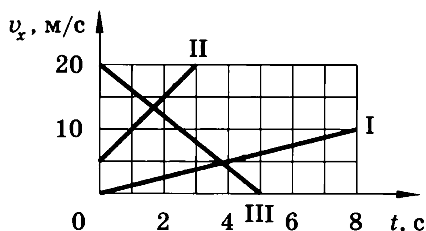


Рис. 18

симости скорости от времени и найти скорость в конце пятой секунды.

56(55). Скорость поезда за 20 с уменьшилась с 72 до 54 км/ч. Написать формулу зависимости скорости от времени $v_x(t)$ и построить график этой зависимости.

57(56). Пользуясь графиком проекции скорости (рис. 17), найти начальную скорость, скорости в начале четвертой и в конце шестой секунд. Вычислить ускорение и написать уравнение $v_x = v_x(t)$.

58(57). По заданным на рисунке 18 графикам написать уравнения $v_x = v_x(t)$.

59(58). На рисунке 19 показан вектор скорости в начальный момент времени и вектор ускорения материальной точки. Написать уравнение $v_y = v_y(t)$ и построить его график для первых 6 с движения, если $v_0 = 30$ м/с, $a = 10$ м/с^2. Найти скорости через 2, 3, 4 с.

60*(59). По графикам зависимости $a_x(t)$, приведенным на рисунке 20, *а* и *б*, построить графики зависимости $v_x(t)$, считая, что в начальный момент времени ($t = 0$) скорость движения материальной точки равна нулю.

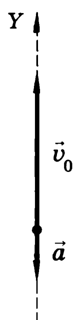


Рис. 19

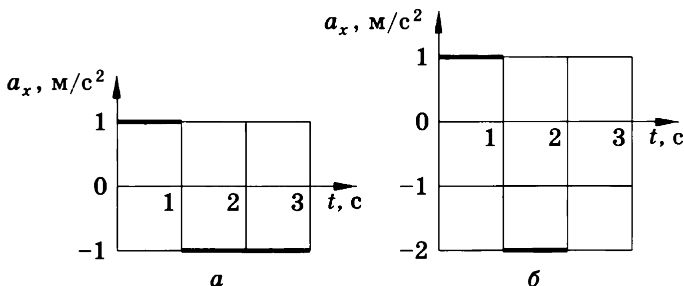


Рис. 20

5. Перемещение при равноускоренном движении

61(60). От остановки одновременно отходят трамвай и троллейбус. Ускорение троллейбуса в 2 раза больше, чем трамвая. Сравнить пути, пройденные троллейбусом и трамваем за одно и то же время, и приобретенные ими скорости.

62(61). Шарик, скатываясь с наклонного желоба из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 10 см. Какой путь он пройдет за 3 с?

63(н). Мотоциклист на расстоянии 10 м от железнодорожного переезда начал тормозить. Его скорость в это время была 20 км/ч. Определить положение мотоцикла относительно переезда через 1 с от начала торможения. Ускорение мотоцикла 1 м/с^2.

64(63). За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением 0,6 м/с^2, пройдет 30 м?

65(64). Первый вагон трогающегося от остановки поезда проходит за 3 с мимо наблюдателя, находившегося до отправления поезда у начала этого вагона. За какое время пройдет мимо наблюдателя весь поезд, состоящий из 9 вагонов? Промежутками между вагонами пренебречь.

66. К. Э. Циолковский в книге «Вне Земли», рассматривая полет ракеты, пишет: «...через 10 секунд она была от зрителя на расстоянии 5 км». С каким ускорением двигалась ракета и какую она приобрела скорость?

67. Пуля в стволе автомата Калашникова движется с ускорением 616 км/с^2. Какова скорость вылета пули, если длина ствола 41,5 см?

68. Во сколько раз скорость пули в середине ствола ружья меньше, чем при вылете из ствола?

69. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, остановился через 5 с. Найти тормозной путь.

70. Длина разбега при взлете самолета Ту-154 равна 1215 м, а скорость отрыва от земли 270 км/ч. Длина пробега при посадке этого самолета 710 м, а посадочная скорость 230 км/ч. Сравнить ускорения (по модулю) и время разбега и посадки.

71. При скорости $v_1 = 15$ км/ч тормозной путь автомобиля равен $s_1 = 1{,}5$ м. Каким будет тормозной путь s_2 при скорости $v_2 = 90$ км/ч? Ускорение в обоих случаях одно и то же.

72(н). Тело, двигаясь прямолинейно с ускорением 5 м/с^2, достигло скорости 30 м/с, а затем, двигаясь равнозамедленно, остановилось через 10 с. Определить путь, пройденный телом.

73. Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают движение из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в 3 раза больше, чем велосипедиста. Во сколько раз бо́льшую скорость разовьет мотоциклист: а) за одно и то же время; б) на одном и том же пути?

74. Зависимость скорости материальной точки от времени задана формулой $v_x = 6t$. Написать уравнение движения $x = x(t)$, если в начальный момент ($t = 0$) движущаяся точка находилась в начале координат ($x = 0$). Вычислить путь, пройденный материальной точкой за 10 с.

75. Уравнение движения материальной точки имеет вид $x = 0{,}4t^2$. Написать формулу зависимости $v_x(t)$ и построить график. Показать на графике штриховкой площадь, численно равную пути, пройденному точкой за 4 с, и вычислить этот путь.

76. Уравнение движения материальной точки имеет вид $x = -0{,}2t^2$. Какое это движение? Найти координату точки через 5 с и путь, пройденный ею за это время.

77(н). Два велосипедиста едут навстречу друг другу. Один, имея начальную скорость 5 м/с, спускается с горы с ускорением −0,2 м/с^2; другой, имея начальную скорость 1,5 м/с, спускается с горы с ускорением 0,2 м/с^2. Через какой промежуток времени они встретятся и какое расстояние до встречи пройдет каждый из них, если расстояние между ними в начальный момент равно 130 м?

78(77). Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 с, двигаясь с ускорением 0,3 м/с^2. Какова скорость лыжника в начале и в конце уклона?

79. Поезд, двигаясь под уклон, прошел за 20 с путь 340 м и развил скорость 19 м/с. С каким ускорением двигался поезд и какой была скорость в начале уклона?

80. Уравнения движения по шоссе (см. рис. 8) велосипедиста, пешехода и бензовоза имеют вид: $x_1 = -0{,}4t^2$, $x_2 = 400 - 0{,}6t$ и $x_3 = -300$ соответственно. Найти для каждого из тел: координату в момент начала наблюдения, проекции на ось X

начальной скорости и ускорения, а также направление и вид движения.

Сделать пояснительный рисунок, указав положения тел при $t = 0$ и начертив векторы скоростей и ускорений.

81. Движения четырех материальных точек заданы следующими уравнениями соответственно: $x_1 = 10t + 0{,}4t^2$; $x_2 = 2t - t^2$; $x_3 = -4t + 2t^2$; $x_4 = -t - 6t^2$. Написать уравнение $v_x = v_x(t)$ для каждой точки; построить графики этих зависимостей; описать движение каждой точки.

82. Написать уравнения $x = x(t)$ для движений, графики скоростей которых даны на рисунке 18. Считать, что в начальный момент ($t = 0$) тела находятся в начале координат ($x = 0$).

83(н). Мальчик съехал на санках с горы длиной 40 м за 10 с, а затем проехал по горизонтальному участку еще 20 м до остановки. Найти скорость в конце горы, ускорения на каждом из участков, общее время движения и среднюю скорость на всем пути. Начертить график скорости.

84. Велосипедист начал свое движение из состояния покоя и в течение первых 4 с двигался с ускорением 1 м/с^2; затем в течение 0,1 мин он двигался равномерно и последние 20 м — равнозамедленно до остановки. Найти среднюю скорость за все время движения. Построить график зависимости $v_x(t)$.

85*. Расстояние между двумя станциями поезд прошел со средней скоростью $v_{ср} = 72$ км/ч за $t = 20$ мин. Разгон и торможение вместе длились $t_1 = 4$ мин, а остальное время поезд двигался равномерно. Какой была скорость v поезда при равномерном движении[1]?

86. Движения двух автомобилей по шоссе заданы уравнениями $x_1 = 2t + 0{,}2t^2$ и $x_2 = 80 - 4t$. Описать картину движения. Найти: а) время и место встречи автомобилей; б) расстояние между ними через 5 с от начала отсчета времени; в) координату первого автомобиля в тот момент времени, когда второй находился в начале отсчета.

87. В момент начала наблюдения расстояние между двумя телами равно 6,9 м. Первое тело движется из состояния по-

---

[1] Задачу целесообразно решить геометрически, построив график $v_x = v_x(t)$ и учитывая, что пройденный путь численно равен площади фигуры, ограниченной графиком и осью абсцисс.

кая с ускорением 0,2 м/с^2. Второе движется вслед за ним, имея начальную скорость 2 м/с и ускорение 0,4 м/с^2. Написать уравнения $x = x(t)$ в системе отсчета, в которой при $t = 0$ координаты тел принимают значения, соответственно равные $x_1 = 6{,}9$ м, $x_2 = 0$. Найти время и место встречи тел.

88*. Движения двух мотоциклистов заданы уравнениями $x_1 = 15 + t^2$ и $x_2 = 8t$. Описать движение каждого мотоциклиста; найти время и место их встречи.

6. Равномерное движение тела по окружности

89. Частота обращения ветроколеса ветродвигателя 30 об/мин, якоря электродвигателя 1500 об/мин, барабана сепаратора 8400 об/мин, шпинделя шлифовального станка 96 000 об/мин. Вычислить их периоды.

90. Найти частоту обращения Луны вокруг Земли (см. табл. 14).

91. Скорость точек рабочей поверхности наждачного круга диаметром 300 мм не должна превышать 35 м/с. Допустима ли посадка круга на вал электродвигателя, совершающего 1400 об/мин; 2800 об/мин?

92. Частота обращения воздушного винта самолета 1500 об/мин. Сколько оборотов делает винт на пути 90 км при скорости полета 180 км/ч?

93. Период обращения платформы карусельного станка 4 с. Найти скорость крайних точек платформы, удаленных от оси вращения на 2 м.

94. Диаметр передних колес трактора в 2 раза меньше, чем задних. Сравнить частоты обращения колес при движении трактора.

95. Радиус рукоятки колодезного ворота в 3 раза больше радиуса вала, на который наматывается трос. Какова линейная скорость конца рукоятки при поднятии ведра с глубины 10 м за 20 с?

96. С какой скоростью и в каком направлении должен лететь самолет по шестидесятой параллели, чтобы прибыть в пункт назначения раньше (по местному времени), чем он вылетел из пункта отправления? Возможно ли это для современных пассажирских самолетов?

97. Первая в мире орбитальная космическая станция, образованная в результате стыковки космических кораблей

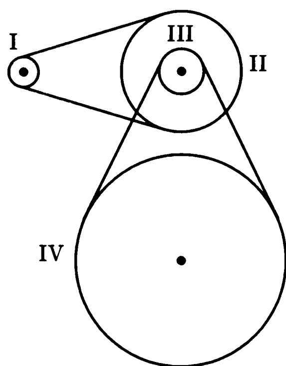


Рис. 21

«Союз-4» и «Союз-5» 16 января 1969 г., имела период обращения 88,85 мин и среднюю высоту над поверхностью Земли 230 км (считая орбиту круговой). Найти среднюю скорость движения станции.

98. При увеличении в 4 раза радиуса круговой орбиты искусственного спутника Земли период его обращения увеличивается в 8 раз. Во сколько раз изменяется скорость движения спутника по орбите?

99. Минутная стрелка часов в 3 раза длиннее секундной. Найти отношение скоростей концов стрелок.

100. Движение от шкива I (рис. 21) к шкиву IV передается при помощи двух ременных передач. Найти частоту обращения (в об/мин) шкива IV, если шкив I делает 1200 об/мин, а радиусы шкивов r_1 = 8 см, r_2 = 32 см, r_3 = 11 см, r_4 = 55 см. Шкивы II и III жестко укреплены на одном валу.

101. Циркулярная пила имеет диаметр 600 мм. На ось пилы насажен шкив диаметром 300 мм, который приводится во вращение посредством ременной передачи от шкива диаметром 120 мм, насаженного на вал электродвигателя. Какова скорость зубьев пилы, если вал двигателя совершает 1200 об/мин?

102. Диаметр колеса велосипеда «Пенза» d = 70 см, ведущая зубчатка имеет z_1 = 48 зубцов, а ведомая z_2 = 18 зубцов. С какой скоростью движется велосипедист на этом велосипеде при частоте вращения педалей n = 1 об/с? С какой скоростью движется велосипедист на складном велосипеде «Кама» при той же частоте вращения педалей, если у этого велосипеда соответственно d = 50 см, z_1 = 48 зубцов, z_2 = 15 зубцов?

103. Каково центростремительное ускорение поезда, движущегося по закруглению радиусом 800 м со скоростью 20 м/с?

104. Скорость точек экватора Солнца при его вращении вокруг своей оси равна 2 км/с. Найти период обращения Солнца вокруг своей оси и центростремительное ускорение точек экватора.

105. Период обращения молотильного барабана комбайна «Нива» диаметром 600 мм равен 0,046 с. Найти скорость то-

чек, лежащих на ободе барабана, и их центростремительное ускорение.

106. С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы центростремительное ускорение было равно ускорению свободного падения?

107. Рабочее колесо турбины Красноярской ГЭС имеет диаметр 7,5 м и вращается с частотой 93,8 об/мин. Каково центростремительное ускорение концов лопаток турбины?

108. Найти центростремительное ускорение точек колеса автомобиля, соприкасающихся с дорогой, если автомобиль движется со скоростью 72 км/ч и при этом частота обращения колеса 8 $с^{-1}$.

109. Две материальные точки движутся по окружности радиусами R_1 и R_2, причем $R_1 = 2R_2$. Сравнить их центростремительные ускорения в случаях: 1) равенства их скоростей; 2) равенства их периодов обращения.

110. Радиус рабочего колеса гидротурбины в 8 раз больше, а частота обращения в 40 раз меньше, чем у паровой турбины. Сравнить скорости и центростремительные ускорения точек обода колес турбин.

111. Детский заводной автомобиль, двигаясь равномерно, прошел расстояние s за время t. Найти частоту обращения и центростремительное ускорение точек на ободе колеса, если диаметр колеса равен d. По возможности конкретные данные задачи получите опытным путем.

ГЛАВА II

ОСНОВЫ ДИНАМИКИ

7. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Масса тел. Сила. Равнодействующая нескольких сил

112. Действия каких тел компенсируются в следующих случаях: а) подводная лодка покоится в толще воды; б) подводная лодка лежит на твердом дне?

113. Парашютист спускается, двигаясь равномерно и прямолинейно. Действия каких тел компенсируются при этом?

114. Мальчик держит на нити шарик, наполненный водородом. Действия каких тел взаимно компенсируются, если шарик находится в состоянии покоя? Мальчик выпустил нить. Почему шарик пришел в ускоренное движение?

115. Может ли автомобиль двигаться равномерно по горизонтальному шоссе с выключенным двигателем?

116. На горизонтальном участке пути маневровый тепловоз толкнул вагон. Какие тела действуют на вагон во время и после толчка? Как будет двигаться вагон под влиянием этих тел?

117. Система отсчета жестко связана с лифтом. В каких из приведенных ниже случаев систему отсчета можно считать инерциальной? Лифт: а) свободно падает; б) движется равномерно вверх; в) движется ускоренно вверх; г) движется замедленно вверх; д) движется равномерно вниз.

118. Система отсчета связана с автомобилем. Будет ли она инерциальной, если автомобиль движется: а) равномерно и прямолинейно по горизонтальному шоссе; б) ускоренно по горизонтальному шоссе; в) равномерно, поворачивая на улицу, расположенную под прямым углом; г) равномерно в гору; д) равномерно с горы; е) ускоренно с горы?

119. Как движется поезд, если яблоко, упавшее со столика вагона в системе отсчета «Вагон»: а) движется по вертикали; б) отклоняется при падении вперед; в) отклоняется назад; г) отклоняется в сторону?

120. На стержне (рис. 22), вращающемся с некоторой частотой, два стальных шарика разных размеров, связанные нерастяжимой нитью, не скользят вдоль стержня при определенном соотношении радиусов R_1 и R_2. Каково соотношение масс шариков, если $R_2 = 2R_1$?

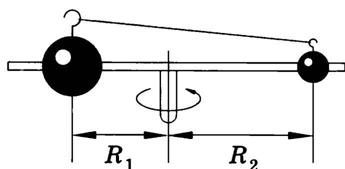


Рис. 22

121[1]. Маневровый тепловоз массой 100 т толкнул покоящийся вагон. Во время взаимодействия ускорение вагона было в 5 раз больше ускорения тепловоза. Какова масса вагона?

122. Найти отношение модулей ускорений двух стальных шаров во время столкновения, если радиус первого шара в 2 раза больше радиуса второго. Зависит ли ответ задачи от начальных скоростей шаров?

123. Найти отношение модулей ускорений двух шаров одинакового радиуса во время взаимодействия, если первый шар сделан из стали, а второй из свинца.

124. При столкновении двух тележек, движущихся по горизонтальной плоскости, проекция вектора скорости первой тележки на ось X изменилась от 3 до 1 м/с, а проекция вектора скорости второй тележки на ту же ось изменилась от -1 до $+1$ м/с. Ось X связана с землей, расположена горизонтально, и ее положительное направление совпадает с направлением вектора начальной скорости первой тележки. Описать движения тележек до и после взаимодействия. Сравнить массы тележек.

125. Два тела массами 400 и 600 г двигались навстречу друг другу и после удара остановились. Какова скорость второго тела, если первое двигалось со скоростью 3 м/с?

126. Вагон массой 60 т подходит к неподвижной платформе со скоростью 0,3 м/с и ударяет ее буферами, после чего платформа получает скорость 0,4 м/с. Какова масса платформы, если после удара скорость вагона уменьшилась до 0,2 м/с?

127. Мяч после удара футболиста летит вертикально вверх. Указать и сравнить силы, действующие на мяч: а) в момент удара; б) во время полета мяча вверх; в) во время полета мяча вниз; г) при ударе о землю.

---

[1] В этой и следующих задачах данного параграфа речь идет о средних ускорениях, так как движение во время удара не будет равноускоренным.

128. Указать и сравнить силы, действующие на шарик в следующих случаях: а) шарик лежит на горизонтальном столе; б) шарик получает толчок от руки; в) шарик катится по столу; г) шарик летит со стола.

129. Человек стоит в лифте. Указать и сравнить силы, действующие на человека в следующих случаях: а) лифт неподвижен; б) лифт начинает движение вверх; в) лифт движется равномерно; г) лифт замедляет движение до остановки.

130. Указать и сравнить силы, действующие на автомобиль, когда он: а) стоит неподвижно на горизонтальном участке дороги; б) трогается с места; в) движется равномерно и прямолинейно по горизонтальному участку; г) двигаясь равномерно, проходит середину выпуклого моста; д) двигаясь равномерно, поворачивает; е) тормозит на горизонтальной дороге.

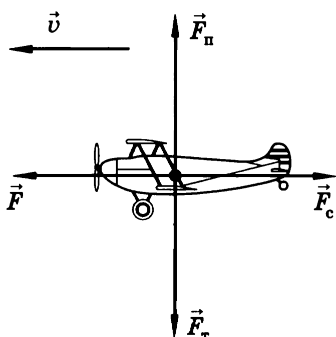


Рис. 23

131. На рисунке 23 показаны силы, действующие на самолет, и направление вектора скорости в некоторый момент времени ($\vec{F}$ — сила тяги, $\vec{F}_с$ — сила лобового сопротивления, $\vec{F}_т$ — сила тяжести, $\vec{F}_п$ — подъемная сила). Как движется самолет, если: а) $F_т = F_п$, $F = F_с$; б) $F_т = F_п$, $F > F_с$; в) $F_т > F_п$, $F = F_с$; г) $F_т < F_п$, $F = F_с$?

132. При каком соотношении сил, действующих на пузырек воздуха, поднимающийся со дна водоема, движение пузырька становится равномерным?

133. Может ли равнодействующая двух сил 10 и 14 Н, приложенных к одной точке, быть равной 2, 4, 10, 24, 30 Н?

134. Может ли равнодействующая трех равных по модулю сил, приложенных к одной точке, быть равной нулю?

135. Найти равнодействующую трех сил по 200 Н каждая, если углы между первой и второй силами и между второй и третьей силами равны 60°.

136. На парашютиста массой 90 кг в начале прыжка действует сила сопротивления воздуха, проекции которой на оси координат X и Y равны 300 и 500 Н. (Ось Y направлена вверх.) Найти равнодействующую всех сил, действующих на парашютиста.

137. На реактивный самолет действуют в вертикальном направлении сила тяжести 550 кН и подъемная сила 555 кН, а в горизонтальном направлении — сила тяги 162 кН и сила сопротивления воздуха 150 кН. Найти модуль и направление равнодействующей.

138. Нить, на которой висит груз массой 1,6 кг, отводится в новое положение силой 12 Н, действующей в горизонтальном направлении. Найти силу натяжения нити.

8. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона[1]

139. Трактор, сила тяги которого на крюке 15 кН, сообщает прицепу ускорение 0,5 м/с^2. Какое ускорение сообщит тому же прицепу трактор, развивающий тяговое усилие 60 кН?

140. Сила 60 Н сообщает телу ускорение 0,8 м/с^2. Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с^2?

141. Тело массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение 2 м/с^2. Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием такой же силы?

142. Порожний грузовой автомобиль массой 4 т начал движение с ускорением 0,3 м/с^2. Какова масса груза, принятого автомобилем, если при той же силе тяги он трогается с места с ускорением 0,2 м/с^2?

143. Заполнить таблицу, где a ускорение, которое приобретает тело массой m под действием силы F.

a	?	?	0,4 м/с^2	2 км/с^2	0,1 м/с^2	5 см/с^2
m	8 кг	3 г	200 кг	10 г	?	?
F	2 Н	6 мН	?	?	20 Н	1 кН

144. С каким ускорением двигался при разбеге реактивный самолет массой 60 т, если сила тяги двигателей 90 кН?

145. Масса легкового автомобиля равна 2 т, а грузового 8 т. Сравнить ускорения автомобилей, если сила тяги грузового автомобиля в 2 раза больше, чем легкового.

---

[1] В задачах этого параграфа силы считать постоянными, а трение не учитывать.

146. Мяч массой 0,5 кг после удара, длящегося 0,02 с, приобретает скорость 10 м/с. Найти среднюю силу удара.

147. Боевая реактивная установка БМ-13 («катюша») имела длину направляющих балок 5 м, массу каждого снаряда 42,5 кг и силу реактивной тяги 19,6 кН. Найти скорость схода снаряда с направляющей балки.

148. Порожнему прицепу тягач сообщает ускорение $a_1 = 0{,}4$ м/с^2, а груженому $a_2 = 0{,}1$ м/с^2. Какое ускорение сообщит тягач обоим прицепам, соединенным вместе? Силу тяги тягача считать во всех случаях одинаковой.

149. Под действием некоторой силы тележка, двигаясь из состояния покоя, прошла путь 40 см. Когда на тележку положили груз массой 200 г, то под действием той же силы за то же время тележка прошла из состояния покоя путь 20 см. Какова масса тележки?

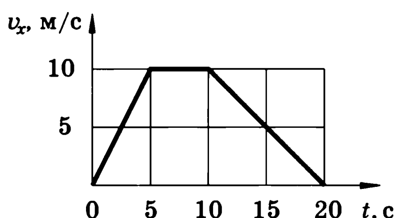


Рис. 24

150. На рисунке 24 представлен график зависимости проекции скорости от времени тела массой 2 кг. Найти проекцию силы F_x, действующей на тело на каждом этапе движения.

151. В известном опыте О. Герике (1654 г.) с магдебургскими полушариями по изучению атмосферного давления, чтобы разнять два полушария, из которых был выкачан воздух, впрягали шестнадцать лошадей (по восемь к каждому полушарию). Можно ли обойтись в таком опыте меньшим количеством лошадей?

152. О ветровое стекло движущегося автомобиля ударился комар. Сравнить силы, действующие на комара и автомобиль во время удара.

153. Что произойдет с космонавтом при свободном полете космического корабля, если он выпустит (без толчка) из рук массивный предмет? если он бросит его?

154. Почему лодка не сдвигается с места, когда человек, находящийся в ней, давит на борт, и приходит в движение, если человек выйдет из лодки и будет толкать ее с такой же силой?

155. Барон Мюнхгаузен утверждал, что вытащил сам себя из болота за волосы. Обосновать невозможность этого.

156. Нарушится ли равновесие весов (рис. 25), если удлинить нить так, чтобы гиря оказалась полностью погруженной в воду, но не касалась дна? если обрезать нить и положить гирю на дно?

157. Что покажут динамометры (рис. 26), если верхний динамометр опустить так, чтобы груз объемом 0,2 $дм^3$ оказался полностью погруженным в воду, но не касался дна сосуда?

158*. На одной чаше весов находится сосуд с водой, а на другой штатив, на котором подвешено алюминиевое тело массой 54 г. При этом весы находятся в равновесии (рис. 27). Если, удлинив нить, погрузить тело в воду, то равновесие нарушится. Груз какой массы надо положить на правую чашу весов, чтобы восстановить равновесие?

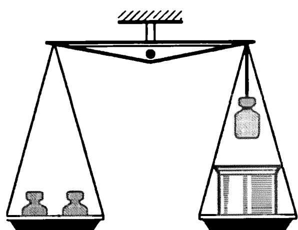


Рис. 25

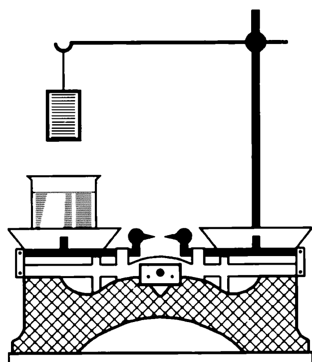


Рис. 27

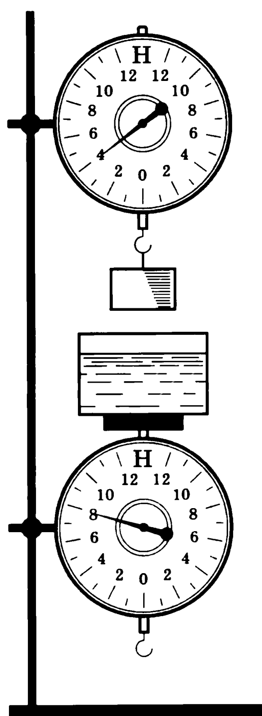


Рис. 26

9. Силы упругости. Гравитационные силы

159. Два мальчика растягивают резиновый жгут, прикрепив к его концам динамометры. Когда жгут удлинился на 2 см, динамометры показывали силы по 20 Н каждый. Какова жесткость жгута? Каковы показания динамометров при растяжении жгута на 6 см?

160. Какие силы надо приложить к концам проволоки, жесткость которой 100 кН/м, чтобы растянуть ее на 1 мм?

161. На сколько удлинится рыболовная леска жесткостью 0,5 кН/м при поднятии вертикально вверх рыбы массой 200 г?

162. Спиральная цилиндрическая пружина передней подвески колес автомобиля «Жигули» имеет длину в свободном состоянии 360 мм и под действием силы 4,35 кН должна сжиматься до 230 мм. Пружина задней подвески колес имеет длину 442 мм и под действием силы 4,4 кН сжимается до 273 мм. Найти жесткость пружин.

163. Две пружины разной длины, скрепленные одними концами, растягивают за свободные концы руками. Пружина жесткостью 100 Н/м удлинилась на 5 см. Какова жесткость второй пружины, если ее удлинение равно 1 см?

164. На рисунке 28 представлены графики зависимости удлинения от модуля приложенной силы для стальной 1 и медной 2 проволок равной длины и диаметра. Сравнить жесткости проволок.

165. На рисунке 29 приведен график зависимости длины резинового жгута от модуля приложенной к нему силы. Найти жесткость жгута.

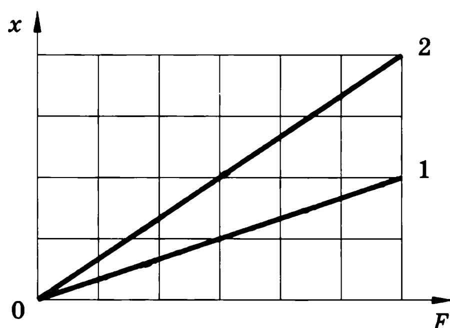


Рис. 28

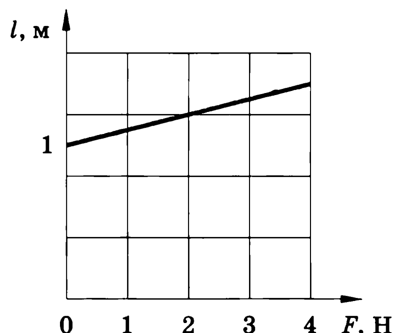


Рис. 29

166. Жесткость данного куска проволоки равна k. Чему равна жесткость половины этого куска проволоки? Ответ обосновать.

167*. Жесткость одной пружины равна k_1, а другой — k_2. Какова жесткость пружины (k), составленной из этих пружин, соединенных последовательно?

168. Найти удлинение буксирного троса жесткостью 100 кН/м при буксировке автомобиля массой 2 т с ускорением 0,5 м/с^2. Трением пренебречь.

169. Космический корабль массой 8 т приблизился к орбитальной космической станции массой 20 т на расстояние 100 м. Найти силу их взаимного притяжения.

170. Оценить порядок значения силы взаимного притяжения двух кораблей, удаленных друг от друга на 100 м, если масса каждого из них 10 000 т.

171. Найти силу гравитационного взаимодействия Земли и Луны (см. табл. 14).

172. Во сколько раз уменьшится сила притяжения к Земле космического корабля при его удалении от поверхности Земли на расстояние, равное радиусу Земли? пяти радиусам Земли?

173. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к ней станет в 100 раз меньше, чем на поверхности Земли?

174. Среднее расстояние между центрами Земли и Луны равно 60 земным радиусам, а масса Луны в 81 раз меньше массы Земли. В какой точке отрезка, соединяющего центры Земли и Луны, тело будет притягиваться ими с одинаковой силой?

175. Два тела одинаковой массы, находящиеся на некотором расстоянии друг от друга, притягиваются с силой F_1. Какой станет сила притяжения F_2, если, не изменяя расстояния между телами, половину массы первого тела перенести на второе?

176. Каково ускорение свободного падения на высоте, равной половине радиуса Земли?

177. Средний радиус планеты Меркурий 2420 км, а ускорение свободного падения на планете 3,72 м/с^2. Найти массу Меркурия.

178. Радиус планеты Марс составляет 0,53 радиуса Земли, а масса — 0,11 массы Земли. Зная ускорение свободного падения на Земле, найти ускорение свободного падения на Марсе.

179*. Сверхгигант Антарес (α Скорпиона) имеет массу, в 50 раз бо́льшую массы Солнца, а диаметр этой звезды превосходит диаметр Солнца в 328 раз. Белый карлик «40 Эридана А» имеет массу, составляющую 0,31 массы Солнца, и диаметр, равный 0,016 диаметра Солнца. Найти ускорение свободного падения на этих звездах.

180. Средняя плотность Венеры 5200 $кг/м^3$, а радиус планеты 6100 км. Найти ускорение свободного падения на поверхности Венеры.

10. Сила тяжести. Вес тела, движущегося с ускорением. Перегрузки. Невесомость

181. В 1970 г. советский космический аппарат «Луноход-1» массой 750 кг достиг поверхности Луны. Найти силу тяжести, действующую на аппарат на поверхности Земли и на поверхности Луны.

182. На верхней смотровой площадке Останкинской телевизионной башни ускорение свободного падения на 0,1 $см/с^2$ меньше, чем у ее основания. На сколько уменьшается сила тяжести, действующая на человека массой 80 кг, при подъеме его на верхнюю смотровую площадку?

183. На сколько уменьшается сила тяжести, действующая на самолет Ту-154 массой 90 т, при полете на высоте 11 км, где ускорение свободного падения равно 9,77 $м/с^2$. Ускорение свободного падения на поверхности Земли считать равным 9,81 $м/с^2$.

184. Космическая ракета при старте с поверхности Земли движется вертикально с ускорением 20 $м/с^2$. Найти вес летчика-космонавта массой 80 кг в кабине при старте ракеты.

185. Лифт Останкинской телевизионной башни разгоняется до скорости 7 м/с в течение 15 с. Столько же времени занимает и остановка лифта. На сколько изменяется вес человека массой 80 кг в начале и конце движения лифта?

186. С каким ускорением a_1 надо поднимать гирю, чтобы ее вес увеличился вдвое? С каким ускорением a_2 надо ее опускать, чтобы вес уменьшился вдвое?

187. Космический корабль совершает мягкую посадку на Луну, двигаясь замедленно в вертикальном направлении (относительно Луны) с постоянным ускорением 8,38 м/с^2. Каков вес космонавта массой 70 кг, находящегося в этом корабле?

188. Определить вес мальчика массой 40 кг в положениях A и B (рис. 30), если $R_1 = 20$ м, $\upsilon_1 = 10$ м/с, $R_2 = 10$ м, $\upsilon_2 = 5$ м/с.

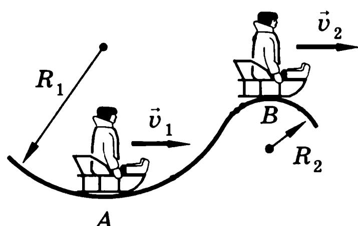


Рис. 30

189. Ракета-носитель вместе с космическим кораблем серии «Союз» имеет стартовую массу 300 т. При старте запускаются одновременно четыре двигателя первой ступени ракеты (боковые блоки), сила тяги каждого из которых 1 МН, и один двигатель второй ступени, сила тяги которого 940 кН. Какую перегрузку испытывают космонавты в начале старта?

190. При раскрытии парашюта скорость парашютиста уменьшается с 50 до 10 м/с за 1 с. Какую перегрузку испытывает парашютист?

191. Самолет выходит из пикирования, описывая в вертикальной плоскости дугу окружности радиусом 800 м. Скорость самолета в нижней точке траектории 200 м/с. Какую перегрузку испытывает летчик в этой точке?

192. Испытывает ли бегущий человек состояния перегрузки и невесомости?

193. Тело брошено вертикально вверх. В каком из перечисленных ниже случаев тело находится в состоянии невесомости: а) только в верхней точке полета; б) только при движении вниз; в) только при движении вверх; г) все время полета?

194. Наибольшее удаление от поверхности Земли космического корабля «Восток», запущенного 12 апреля 1961 г. с первым в мире летчиком-космонавтом Ю. А. Гагариным, было 327 км. На сколько процентов сила тяжести, действовавшая на космонавта на орбите, была меньше силы тяжести,

действовавшей на него на Земле? Почему космонавт находился в состоянии невесомости?

195. Как сравнить массы тел при свободном полете космического корабля, пользуясь рычажными весами? пружинными весами?

196. Можно ли в космическом корабле обрабатывать ударом «невесомый» материал «невесомым» молотком? Объяснить.

197. Почему тело, подброшенное на Луне, будет во время полета находиться в состоянии полной невесомости, а на Земле такое тело можно считать невесомым лишь приближенно?

198. С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы пассажир на мгновение оказался в состоянии невесомости?

11. Движение под действием силы тяжести по вертикали[1]

199. Измерьте (или приблизительно оцените) расстояние от вытянутой горизонтально руки до пола. Вычислите время падения выпущенного из руки предмета и его скорость при ударе о пол.

200. Найти ускорение свободного падения шарика по рисунку 31, сделанному со стробоскопической фотографии. Интервал между снимками 0,1 с, а сторона каждого квадрата сетки на фотографии в натуральную величину равна 5 см.

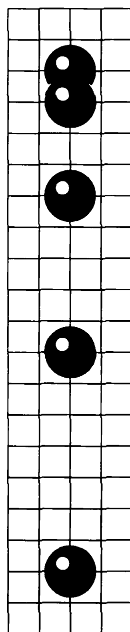


Рис. 31

201. При свободном падении первое тело находилось в полете в 2 раза больше времени, чем второе. Сравнить конечные скорости тел и их перемещения.

202. Г. Галилей, изучая законы свободного падения (1589 г.), бросал без начальной скорости разные предметы с наклонной башни в городе Пиза, высота которой 57,5 м. Сколько времени падали предметы с этой башни и какова их скорость при ударе о землю?

[1] При решении задач этого параграфа сопротивление воздуха не учитывать.

203. Пловец, спрыгнув с пятиметровой вышки, погрузился в воду на глубину 2 м. Сколько времени и с каким ускорением он двигался в воде?

204. Тело свободно падает с высоты 80 м. Каково его перемещение в последнюю секунду падения?

205*. Сколько времени падало тело, если за последние 2 с оно прошло 60 м?

206*. Чему равно перемещение свободно падающего тела в n-ю секунду после начала падения?

207. Какую начальную скорость надо сообщить камню при бросании его вертикально вниз с моста высотой 20 м, чтобы он достиг поверхности воды через 1 с? На сколько дольше длилось бы падение камня с этой же высоты при отсутствии начальной скорости?

208. Одно тело свободно падает с высоты h_1; одновременно с ним другое тело начинает движение с большей высоты h_2. Какой должна быть начальная скорость v_0 второго тела, чтобы оба тела упали одновременно?

209. Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 6 с. Какова начальная скорость стрелы и максимальная высота подъема?

210(н). Во сколько раз больше высота подъема тела, брошенного вертикально вверх на Луне, чем на Земле, при одинаковой начальной скорости?

211. Во сколько раз надо увеличить начальную скорость брошенного вертикально вверх тела, чтобы высота подъема увеличилась в 4 раза?

212. Из точки, расположенной на достаточно большой высоте, одновременно брошены два тела с одинаковыми по модулю скоростями $v_0 = 2$ м/с: одно вертикально вверх, а другое вертикально вниз. Каким будет расстояние между телами через 1 с; 5 с; через промежуток времени, равный t?

213. При бросании мяча вертикально вверх мальчик сообщает ему скорость, в 1,5 раза бóльшую, чем девочка. Во сколько раз выше поднимется мяч, брошенный мальчиком?

214. Снаряд зенитной пушки, выпущенный вертикально вверх со скоростью 800 м/с, достиг цели через 6 с. На какой высоте находился самолет противника и какова скорость снаряда при достижении цели? Как отличаются реальные значения искомых величин от вычисленных?

215. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте и через какое время скорость тела (по модулю) будет в 3 раза меньше, чем в начале подъема?

216(н). Мяч был брошен вертикально вверх дважды. Второй раз ему сообщили скорость, в 3 раза бо́льшую, чем в первый раз. Во сколько раз выше поднимается мяч при втором бросании?

217. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Написать уравнение движения $y = y(t)$. Найти, через какой промежуток времени тело будет на высоте: а) 15 м; б) 20 м; в) 25 м.

Указание. Ось Y направить вертикально вверх; принять, что при $t = 0$ $y = 0$.

218*. С балкона, находящегося на высоте 25 м над поверхностью земли, бросили вертикально вверх мячик со скоростью 20 м/с. Написать формулу зависимости координаты от времени $y(t)$, выбрав за начало отсчета: а) точку бросания; б) поверхность земли. Найти, через какое время мячик упадет на землю.

12. Движение под действием силы тяжести в случае, когда начальная скорость направлена под углом к горизонту. Движение искусственных спутников и планет[1]

219(н). Тело брошено горизонтально с некоторой высоты с начальной скоростью 10 м/ с. Через какое время вектор скорости будет направлен под углом 45° к горизонту?

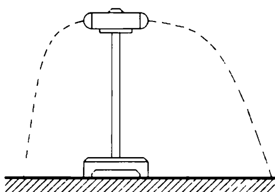


Рис. 32

220. При выстреле из двустороннего пружинного пистолета (рис. 32) «снаряды» вылетели со скоростями 2 и 4 м/с. Каково расстояние между ними через 0,1 с? Длина трубки (первоначальное расстояние между «снарядами») 10 см.

221. Мальчик бросил горизонтально мяч из окна, находящегося на высо-

[1] При решении задач этого параграфа сопротивление воздуха не учитывать. Дальность полета тела отсчитывать в горизонтальном направлении. Орбиты планет искусственных спутников считать круговыми, а движение — равномерным.

те 20 м. Сколько времени летел мяч до земли и с какой скоростью он был брошен, если он упал на расстоянии 6 м от основания дома?

222. Как изменятся время и дальность полета тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если начальную скорость увеличить вдвое?

223. Как и во сколько раз надо изменить начальную скорость тела, брошенного горизонтально, чтобы при высоте, вдвое меньшей, получить прежнюю дальность полета?

224. «Снаряд» пружинного пистолета при выстреле вертикально вверх поднимается на высоту $H = 1$ м. Какой будет дальность полета «снаряда», если пистолет установить горизонтально на высоте $h = 64$ см? Скорость вылета «снаряда» считать в обоих случаях одинаковой. При возможности выполните эту работу. Измерив H и h, рассчитайте горизонтальную дальность полета s и проверьте результат на опыте.

225. Мальчик ныряет в воду с крутого берега высотой 5 м, имея после разбега горизонтально направленную скорость, равную по модулю 6 м/с. Каковы модуль и направление скорости мальчика при достижении им воды?

226. Дальность полета тела, брошенного в горизонтальном направлении со скоростью $v = 10$ м/с, равна высоте бросания. С какой высоты h брошено тело?

227. В выбранной системе отсчета (рис. 33) указаны положение материальной точки A и ее скорость $v = 10$ м/с при $t = 0$. Написать уравнения движения $x = x(t)$ и $y = y(t)$, а также уравнение траектории $y = y(x)$, если $OA = 20$ м. Решив полученные уравнения, найти: а) время полета тела; б) дальность полета.

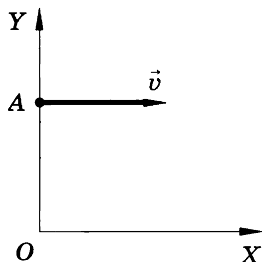


Рис. 33

228. Снаряд, вылетевший из орудия под углом к горизонту, находился в полете 12 с. Какой наибольшей высоты достиг снаряд?

229. Вратарь, выбивая мяч от ворот (с земли), сообщил ему скорость 20 м/с, направленную под углом 50° к горизонту. Найти время полета мяча, максимальную высоту подъема и дальность полета.

230. Найти высоту подъема и дальность полета сигнальной ракеты, выпущенной со скоростью 40 м/с под углом 60° к горизонту.

231. Диск, брошенный под углом 45° к горизонту, достиг наибольшей высоты h. Какова дальность его полета?

232(н). Из старинной пушки, ствол которой установлен под углом 30° к горизонту, выпущено ядро со скоростью 140 м/с.

а) Найти проекции начальной скорости на горизонтальное и вертикальное направления.

б) Вычислить, через какое время ядро упадет на землю.

в) Вычислить дальность полета снаряда.

233*. Из одной точки на достаточно большой высоте одновременно брошены четыре тела с одинаковыми по модулю скоростями $v_1 = v_2 = v_3 = v_4$ (рис. 34). По вершинам какой фигуры будут располагаться тела во время полета?

234*. С балкона, расположенного на высоте 20 м, бросили вверх мяч под углом 30° от горизонта со скоростью 10 м/с. Направив ось X вдоль поверхности земли вправо, а ось Y вдоль стены дома вверх, написать уравнения зависимости координат от времени $x = x(t)$ и $y = y(t)$ и уравнение траектории $y = y(x)$. Найти: а) координаты мяча через 2 с; б) через какой промежуток времени мяч упадет на землю; в) дальность полета.

235*. На рисунке 35, сделанном со стробоскопической фотографии, показан полет шарика при выстреле из детского пружинного пистолета. Зная, что сторона квадрата клетки на фотографии в натуральную величину равна 5 см, найти: а) время полета шарика; б) интервал между вспышками; в) начальную скорость шарика.

236. Как и во сколько раз отличаются друг от друга высоты подъема и дальности полета двух тел, брошенных под углами 30 и 60° с одинаковыми (по модулю) скоростями?

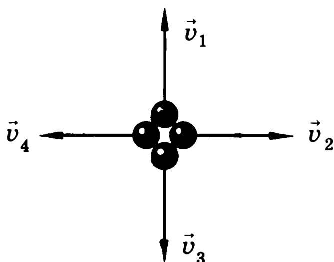


Рис. 34

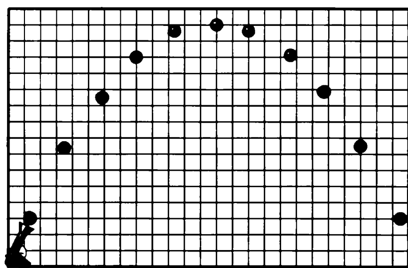


Рис. 35

237. Вычислить скорость движения Луны по орбите вокруг Земли (см. табл. 14).

238. Какую скорость должен иметь искусственный спутник, чтобы обращаться по круговой орбите на высоте 600 км над поверхностью Земли? Каков период его обращения?

239. Радиус окружности, по которой движется Фобос (спутник планеты Марс), равен 9400 км, а период его обращения равен 7 ч 40 мин. Найти массу Марса.

240. Во сколько раз отличается скорость искусственного спутника, движущегося на высоте 21 600 км от поверхности Земли, от скорости спутника, движущегося на высоте 600 км над поверхностью? Радиус Земли принять равным 6400 км.

241. Сравнить скорости движения искусственных спутников Земли и Венеры при движении по орбитам, одинаково удаленным от центра планет. Масса Венеры составляет 0,815 массы Земли.

242(н). Луна движется вокруг Земли по круговой орбите со скоростью около 1 км/с. Среднее расстояние от Земли до Луны $3{,}9 \cdot 10^5$ км. По этим данным определить массу Земли.

243. Космический корабль имел начальный период обращения 88 мин. После проведения маневров период обращения стал равным 91 мин. Как изменились расстояние до поверхности Земли и скорость движения корабля? Обе орбиты круговые.

13. Трение покоя. Коэффициент трения. Сила трения скольжения. Сила сопротивления среды

244. Положите на стол стальной предмет (гвоздь, перо и т. д.). На достаточно большом расстоянии от него положите магнит и постепенно приближайте магнит к предмету. Почему, несмотря на то что сила притяжения по мере приближения магнита увеличивается, тело сначала остается в покое, а затем «рывком» притягивается к магниту?

245. На грузовом автомобиле перевозят контейнер по горизонтальной дороге. От чего зависит и как направлена сила трения покоя, действующая на контейнер, когда автомобиль: а) покоится; б) ускоряет движение; в) движется равномерно и прямолинейно; г) двигаясь равномерно, поворачивает; д) тормозит? Во всех случаях контейнер покоится относительно автомобиля.

246. На столике в вагоне поезда лежат коробка конфет и яблоко. Почему в начале движения яблоко покатилось назад (относительно вагона), а коробка конфет осталась на месте?

247. С каким максимальным ускорением может двигаться достаточно мощный автомобиль, если коэффициент трения скольжения равен 0,3?

248. Состав какой массы может привести в движение электровоз массой 180 т, если коэффициент трения скольжения колес о рельсы равен 0,2, а коэффициент сопротивления качению поезда[1] равен 0,006?

249[2]**.** При помощи динамометра ученик перемещал деревянный брусок массой 200 г по горизонтально расположенной доске. Каков коэффициент трения, если динамометр показывал 0,6 Н?

250. Упряжка собак при движении саней по снегу может действовать с максимальной силой 0,5 кН. Какой массы сани с грузом может перемещать упряжка, если коэффициент трения равен 0,1?

251. На соревнованиях лошадей тяжелоупряжных пород одна из них перевезла груз массой 23 т. Найти коэффициент сопротивления, если сила тяги лошади 2,3 кН.

252. Стальной магнит массой 50 г прилип к вертикальной стальной плите. Для скольжения магнита вниз прикладывают силу 1,5 Н. С какой силой магнит прижимается к плите? Какую силу надо приложить, чтобы перемещать магнит вертикально вверх, если коэффициент трения равен 0,2?

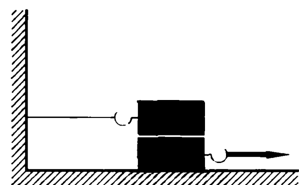


Рис. 36

253. Два деревянных бруска массой по 1 кг каждый лежат на деревянной доске (рис. 36). Какую силу надо приложить, чтобы вытащить нижний брусок из-под верхнего? Коэффициент трения на обеих поверхностях нижнего бруска равен 0,3.

254. Деревянный брусок массой 2 кг тянут по деревянной доске, расположенной горизонтально, с помощью пружины

---

[1] Коэффициент сопротивления качения учитывает все виды трения (колес о дорогу, в осях и т. д.) и показывает, какую часть от силы нормального давления составляет сила сопротивления.

[2] В этой и следующих задачах данного параграфа движение считать равномерным.

жесткостью 100 Н/м. Коэффициент трения равен 0,3. Найти удлинение пружины.

255. Встав на стул, выпустите одновременно с одной и той же высоты два одинаковых пустых спичечных коробка: один — плашмя, другой — ребром. Какой из них упадет раньше? Объясните явление.

256. Вырежьте из бумаги кружок чуть меньшего диаметра, чем монета. Отпустите одновременно монету и кружок. Какое из этих тел упадет раньше? Объясните явление. Положите бумажный кружок на монету и отпустите их так, чтобы система падала монетой вниз. Опишите и объясните явление.

257. Почему космический корабль, отправляемый на Луну с искусственного спутника Земли, может не иметь обтекаемой формы?

258. Зачем, ныряя с вышки, пловец стремится войти в воду в вертикальном, а не в горизонтальном положении?

259. Почему легче плыть, чем бежать по дну по пояс погруженным в воду?

260. Автомобиль движется со скоростью $\upsilon_1 = 72$ км/ч по ветру, скорость которого относительно земли равна $\upsilon_2 = 15$ м/с. Во сколько раз увеличится сила сопротивления воздуха при движении автомобиля с той же скоростью против ветра? Считать, что сила сопротивления воздуха прямо пропорциональна квадрату относительной скорости.

14. Движение под действием силы трения

261. Мальчик массой 50 кг, скатившись на санках с горки, проехал по горизонтальной дороге до остановки путь 20 м за 10 с. Найти силу трения и коэффициент трения.

262. Через какое время после начала аварийного торможения остановится автобус, движущийся со скоростью 12 м/с, если коэффициент трения при аварийном торможении равен 0,4?

263. На участке дороги, где установлен дорожный знак, изображенный на рисунке 37, водитель применил аварийное торможение. Инспектор ГИБДД обнаружил по следу колес, что тормозной путь равен 12 м. Нарушил ли водитель правила движения, если коэффициент трения (резина по сухому асфальту) равен 0,6?



Рис. 37

264. Поместите на лист бумаги стакан с водой. Тяните лист по столу сначала плавно (с небольшим ускорением), затем рывком. Объясните результат опыта. С каким ускорением a надо привести в движение лист, чтобы выдернуть его из-под стакана, если коэффициент трения (стекло по бумаге) равен 0,3? Изменится ли результат опыта, если стакан будет пустым?

265*. В кузове автомобиля лежит ящик. Когда автомобиль стал трогаться с места с ускорением 1,6 м/с^2, ящик оставался на месте (относительно автомобиля), а при торможении с ускорением 2 м/с^2 ящик скользил относительно кузова. В каких пределах заключено значение коэффициента трения?

266. Что должен сделать водитель машины, подъезжая к крутому повороту? Почему водитель должен быть особенно внимательным в сырую погоду, во время листопада или при гололеде?

267. На горизонтальной дороге автомобиль делает поворот радиусом 16 м. Какую наибольшую скорость может развить автомобиль, чтобы его не занесло, если коэффициент трения колес о дорогу равен 0,4? Во сколько раз изменится эта скорость зимой, когда коэффициент трения станет меньше в 4 раза?

268. Найти наименьший радиус дуги для поворота автомашины, движущейся по горизонтальной дороге со скоростью 36 км/ч, если коэффициент трения скольжения колес о дорогу 0,25.

269. Горизонтально расположенный диск проигрывателя вращается с частотой 78 об/мин. На него поместили небольшой предмет. Предельное расстояние от предмета до оси вращения, при котором предмет удерживается на диске, равно 7 см. Каков коэффициент трения между предметом и диском? При возможности определить этим способом коэффициент трения, поместив на диске проигрывателя ученическую резинку, спичку или монету.

15. Движение под действием нескольких сил

Движение в горизонтальном и вертикальном направлении

270. Брусок массой 400 г, прикрепленный к динамометру, равномерно тянут по горизонтальной поверхности. Динамометр показывает при этом 1 Н. Когда брусок перемещали по

той же поверхности с ускорением, динамометр показывал 2 Н. Каким было ускорение?

271. Автобус, масса которого с полной нагрузкой равна 15 т, трогается с места с ускорением 0,7 м/с^2. Найти силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03.

272. Электровоз, трогаясь с места, развивает максимальную силу тяги 650 кН. Какое ускорение он сообщит железнодорожному составу массой 3250 т, если коэффициент сопротивления равен 0,005?

273. Автомобиль «Жигули» массой 1 т, трогаясь с места, достигает скорости 30 м/с через 20 с. Найти силу тяги, если коэффициент сопротивления равен 0,05.

274. Состав какой массы может везти тепловоз с ускорением 0,1 м/с^2 при коэффициенте сопротивления 0,005, если он развивает максимальное тяговое усилие 300 кН?

275. Коэффициент тяги (отношение силы тяги к силе тяжести) автомобиля $k = 0{,}11$. С каким ускорением a движется автомобиль при коэффициенте сопротивления $\mu = 0{,}06$?

276*. На рисунке 38 приведен упрощенный график изменения проекции скорости автобуса при движении между двумя остановками. Масса автобуса 4 т. Считая силу сопротивления постоянной и зная, что на участке, соответствующем отрезку *BC* графика, сила тяги равна нулю, найти силу тяги на участках, соответствующих отрезкам *OA* и *AB*.

277. При каком ускорении разорвется трос при подъеме груза массой 500 кг, если максимальная сила натяжения, которую выдерживает трос не разрываясь, равна 15 кН?

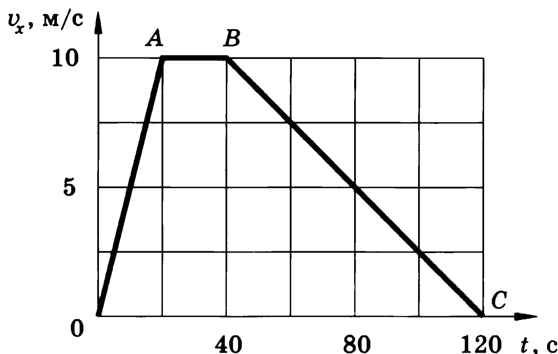


Рис. 38

278. Подъемный кран поднимает груз массой 1 т. Какова сила натяжения троса в начале подъема, если груз движется (очень кратковременно) с ускорением 25 м/с^2?

279. Спортсмен массой 65 кг, прыгая с десятиметровой вышки, входит в воду со скоростью 13 м/с. Найти среднюю силу сопротивления воздуха.

280. С высоты 25 м предмет падал в течение 2,5 с. Какую часть составляет средняя сила сопротивления воздуха от силы тяжести?

281*. Стальную отливку массой m поднимают из воды при помощи троса, жесткость которого равна k, с ускорением a. Плотность стали ρ_1, плотность воды ρ_2. Найти удлинение x троса. Силой сопротивления воды пренебречь.

Движение по наклонной плоскости

282[1]**.** На наклонной плоскости длиной 13 м и высотой 5 м лежит груз массой 26 кг. Коэффициент трения равен 0,5. Какую силу надо приложить к грузу вдоль плоскости, чтобы втащить груз? чтобы стащить груз?

283. Какую силу надо приложить для подъема вагонетки массой 600 кг по эстакаде с углом наклона 20°, если коэффициент сопротивления движению равен 0,05?

284. При проведении лабораторной работы были получены следующие данные: длина наклонной плоскости 1 м, высота 20 см, масса деревянного бруска 200 г, сила тяги при движении бруска вверх 1 Н. Найти коэффициент трения.

285. На наклонной плоскости длиной 50 см и высотой 10 см покоится брусок массой 2 кг. При помощи динамометра, расположенного параллельно плоскости, брусок сначала втащили вверх по наклонной плоскости, а затем стащили вниз. Найти разность показаний динамометра.

286*. Чтобы удерживать тележку на наклонной плоскости с углом наклона α, надо приложить силу F_1, направленную вверх вдоль наклонной плоскости, а чтобы поднимать вверх, надо приложить силу F_2. Найти коэффициент сопротивления.

287. Наклонная плоскость расположена под углом $\alpha = 30°$ к горизонту. При каких значениях коэффициента трения μ тянуть по ней груз труднее, чем поднимать его вертикально?

---

[1] В задачах 282—287 движение считать равномерным.

288. На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 50 кг. Какую силу, направленную вдоль плоскости, надо приложить, чтобы удержать этот груз? тянуть равномерно вверх? тянуть с ускорением 1 м/с^2? Коэффициент трения 0,2.

289. Автомобиль массой 4 т движется в гору с ускорением 0,2 м/с^2. Найти силу тяги, если уклон[1] равен 0,02 и коэффициент сопротивления 0,04.

290. Поезд массой 3000 т движется вниз под уклон, равный 0,003. Коэффициент сопротивления движению равен 0,008. С каким ускорением движется поезд, если сила тяги локомотива равна: а) 300 кН; б) 150 кН; в) 90 кН?

291. Мотоцикл массой 300 кг начал движение из состояния покоя на горизонтальном участке дороги. Затем дорога пошла под уклон, равный 0,02. Какую скорость приобрел мотоцикл через 10 с после начала движения, если горизонтальный участок дороги он проехал за половину этого времени? Сила тяги и коэффициент сопротивления движению на всем пути постоянны и соответственно равны 180 Н и 0,04.

292(н). Брусок массой 2 кг находится на наклонной плоскости с углом наклона 30°. Какую силу, направленную горизонтально (рис. 39), надо приложить к бруску, чтобы он двигался равномерно по наклонной плоскости? Коэффициент трения бруска о наклонную плоскость равен 0,3.

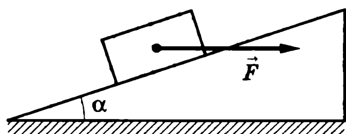


Рис. 39

293. Поместите на линейке небольшой предмет (резинку, монету и т. д.). Постепенно поднимайте конец линейки, пока предмет не начнет скользить. Измерьте высоту h и основание b полученной наклонной плоскости и вычислите коэффициент трения.

---

[1] Уклон измеряется отношением высоты h наклонной плоскости к ее длине l и равен синусу угла α наклона плоскости к горизонту:

$$\frac{h}{l} = \sin\alpha.$$

В этой и ряде других задач угол мал $\left(\frac{h}{l} \leqslant 0{,}1\right)$, поэтому можно отношение основания наклонной плоскости b к ее длине l считать приблизительно равным единице: $\frac{b}{l} = \cos\alpha \approx 1$.

294. С каким ускорением a скользит брусок по наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30°$ при коэффициенте трения $\mu = 0{,}2$?

295*. В момент начала свободного падения первого тела с некоторой высоты h второе тело стало скользить без трения с наклонной плоскости, имеющей ту же высоту h и длину $l = nh$. Сравнить конечные скорости тел у основания наклонной плоскости и время их движения.

Движение по окружности

296. С какой силой, направленной горизонтально, давит вагон трамвая массой 24 т на рельсы, если он движется по закруглению радиусом 100 м со скоростью 18 км/ч? Во сколько раз изменится эта сила, если скорость движения увеличится в 2 раза?

297. Автомобиль массой 2 т проходит по выпуклому мосту, имеющему радиус кривизны 40 м, со скоростью 36 км/ч. С какой силой автомобиль давит на мост в его середине?

298. Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сиденье при прохождении среднего положения со скоростью 6 м/с?

299. На конце стержня длиной 1 м укреплен груз массой 0,4 кг, приводимый во вращение в вертикальной плоскости с постоянной частотой обращения. С какой силой действует груз на стержень в верхней и нижней точках траектории при частоте обращения: а) 0,4 $с^{-1}$; б) 0,5 $с^{-1}$; в) 1 $с^{-1}$?

300. Велотрек имеет закругление радиусом 40 м. В этом месте он наклонен на 40° к горизонту. На какую скорость езды рассчитан такой наклон?

301. С какой максимальной скоростью может ехать мотоциклист по горизонтальной плоскости, описывая дугу радиусом 100 м, если коэффициент трения резины о почву 0,4? На какой угол от вертикального положения он при этом отклоняется?

302. Груз, подвешенный на нити длиной $l = 60$ см, двигаясь равномерно, описывает в горизонтальной плоскости окружность. С какой скоростью v движется груз, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол $\alpha = 30°$?

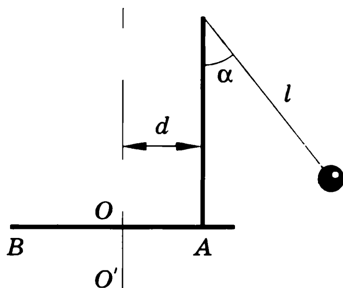


Рис. 40

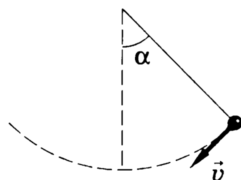


Рис. 41

303*. На доске BA (рис. 40) укреплен на вертикальной стойке, отстающей от оси вращения на расстоянии $d = 5$ см, отвес. Доска равномерно вращается вокруг вертикальной оси OO'. Какова частота обращения доски, если нить отвеса длиной $l = 8$ см отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 40°$?

304. Найти силу упругости F нити в момент, соответствующий рисунку 41, если масса груза равна $m = 100$ г, скорость движения $v = 2$ м/с, угол $\alpha = 60°$, длина нити $l = 40$ см.

Движение связанных тел

305. На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, подвешены грузы массами 0,3 и 0,2 кг. С каким ускорением движутся грузы? Какова сила натяжения шнура во время движения?

306. На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массами m и $2m$. Какова будет сила натяжения нити, если: а) поддерживать ладонью груз большей массы, не давая системе двигаться; б) удерживать меньший груз; в) освободить систему?

307. На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массами 0,3 и 0,34 кг. За 2 с после начала движения каждый груз прошел путь 1,2 м. По данным опыта найти ускорение свободного падения.

308. Вертолет, масса которого 27,2 т, поднимает на тросах вертикально вверх груз массой 15,3 т с ускорением 0,6 м/с^2. Найти силу тяги вертолета и силу, действующую со стороны груза на прицепной механизм вертолета.

309. Маневровый тепловоз массой 100 т тянет два вагона массой по 50 т каждый с ускорением 0,1 м/с^2. Найти силу тя-

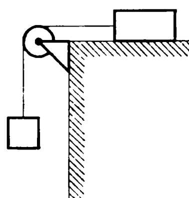


Рис. 42

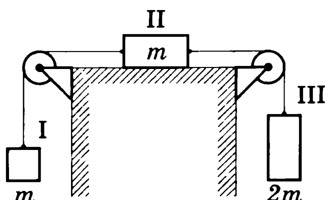


Рис. 43

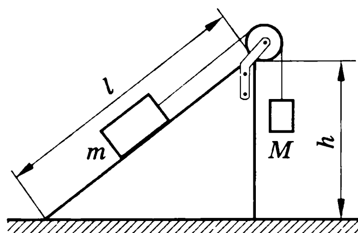


Рис. 44

ги тепловоза и силу натяжения сцепок, если коэффициент сопротивления движению равен 0,006.

310. Брусок массой 400 г под действием груза массой 100 г (рис. 42) проходит из состояния покоя путь 80 см за 2 с. Найти коэффициент трения.

311*. Электровоз тянет состав, состоящий из n одинаковых вагонов, с ускорением a. Найти силу натяжения сцепки между k-м (считая от начала состава) и $(k + 1)$-м вагонами, если масса каждого вагона m, а коэффициент сопротивления μ.

312*. С каким ускорением a движется система, изображенная на рисунке 43, если $m = 1$ кг и коэффициент трения $\mu = 0{,}2$? Какова сила натяжения нити $F_{н1}$, связывающей тела I и II, и сила натяжения нити $F_{н2}$, связывающей тела II и III?

313(н). Найти силу трения, действующую на груз массой m (рис. 44), ускорение движения грузов и силу натяжения нити, если $h = 60$ см, $l = 1$ м, $m = 0{,}5$ кг, $\mu = 0{,}25$. Решить задачу при следующих значениях массы груза M: а) 0,1 кг; б) 0,25 кг; в) 0,3 кг; г) 0,35 кг; д) 0,5 кг.

ГЛАВА III

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

16. Импульс тела. Изменение импульса. Закон сохранения импульса

314. Найти импульс грузового автомобиля массой 10 т, движущегося со скоростью 36 км/ч, и легкового автомобиля массой 1 т, движущегося со скоростью 25 м/с.

315. С какой скоростью должна лететь хоккейная шайба массой 160 г, чтобы ее импульс был равен импульсу пули массой 8 г, летящей со скоростью 600 м/с?

316. Два тела одинакового объема — стальное и свинцовое — движутся с одинаковыми скоростями. Сравнить импульсы этих тел.

317[1]. Поезд массой 2000 т, двигаясь прямолинейно, увеличил скорость от 36 до 72 км/ч. Найти изменение импульса поезда.

318. Шарик массой 100 г свободно упал на горизонтальную площадку, имея в момент удара скорость 10 м/с. Найти изменение импульса шара при абсолютно неупругом и абсолютно упругом ударах[2]. Вычислить среднюю силу, действующую на шарик во время удара, если неупругий удар длился 0,05 с, а упругий 0,01 с.

319. Футбольному мячу массой 400 г при выполнении пенальти сообщили скорость 25 м/с. Если мяч попадает в грудь вратаря и отскакивает назад с той же по модулю скоростью, то удар длится 0,025 с. Если вратарь принимает удар на руки, то через 0,04 с он гасит скорость мяча до нуля. Найти среднюю силу удара в каждом случае.

---

[1] Если в задаче требуется найти изменение импульса тела, необходимо сделать чертеж, на котором геометрическим построением нужно определить направление вектора изменения импульса.

[2] При абсолютно неупругом ударе тела после взаимодействия движутся как одно целое; часть механической энергии превращается во внутреннюю. При абсолютно упругом ударе тела после взаимодействия полностью восстанавливают свою форму; полная механическая энергия тел сохраняется.

320. Движение материальной точки описывается уравнением $x = 5 - 8t + 4t^2$. Приняв ее массу равной 2 кг, найти импульс через 2 с и через 4 с после начала отсчета времени, а также силу, вызвавшую это изменение импульса.

321. Мяч массой 100 г, летевший со скоростью 20 м/с, ударился о горизонтальную плоскость. Угол падения (угол между направлением скорости и перпендикуляром к плоскости) равен 60°. Найти изменение импульса мяча, если удар абсолютно упругий, а угол отражения равен углу падения.

322. Материальная точка массой 1 кг равномерно движется по окружности со скоростью 10 м/с. Найти изменение импульса за одну четверть периода; половину периода; период.

323(н). Два неупругих тела, массы которых 2 и 6 кг, движутся навстречу друг другу со скоростями 2 м/с каждое. С какой скоростью и в каком направлении будут двигаться эти тела после удара?

324(н). На вагонетку массой 50 кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/с, насыпали сверху 200 кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки?

325(н). Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, нагоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Какова скорость вагонов после взаимодействия, если удар неупругий?

326(324). Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. С какой скоростью двигалась лодка, если она остановилась после двух быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса охотника с лодкой 200 кг, масса заряда 20 г. Скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/с.

327(325). С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает: а) с кормы со скоростью 4 м/с; б) с носа со скоростью 2 м/с; в) с носа со скоростью 6 м/с?

328*(326). С судна массой 750 т произведен выстрел из пушки в сторону, противоположную его движению, под углом 60° к горизонту. На сколько изменилась скорость судна, если

снаряд массой 30 кг вылетел со скоростью 1 км/с относительно судна?

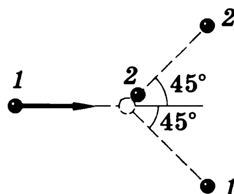


Рис. 45

329*(327). Бильярдный шар *1*, движущийся со скоростью 10 м/с, ударился о покоящийся шар *2* такой же массы. После удара шары разошлись так, как показано на рисунке 45. Найти скорости шаров после удара.

330*(328). На покоящейся тележке массой 20 кг находится человек массой 60 кг. Какова будет скорость тележки относительно земли, если человек пойдет по тележке со скоростью 1 м/с относительно тележки?

17. Механическая работа. Кинетическая и потенциальная энергия

331(329). Какую работу совершает сила тяжести, действующая на дождевую каплю массой 20 мг, при ее падении с высоты 2 км?

332(330). Башенный кран поднимает в горизонтальном положении стальную балку длиной 5 м и сечением 100 см^2 на высоту 12 м. Какую полезную работу совершает кран?

333(331). Какую работу совершает человек при поднятии груза массой 2 кг на высоту 1 м с ускорением 3 м/с^2?

334(332). В воде с глубины 5 м поднимают до поверхности камень объемом 0,6 м^3. Плотность камня 2500 кг/м^3. Найти работу по подъему камня.

335(333). Сплавщик передвигает багром плот, прилагая к багру силу 200 Н. Какую работу совершает сплавщик, переместив плот на 10 м, если угол между направлением силы и направлением перемещения 45°?

336(334). Автомобиль массой 10 т движется под уклон по дороге, составляющей с горизонтом угол, равный 4°. Найти работу силы тяжести на пути 100 м.

337(335). Сравнить величину работы силы тяжести свободно падающего тела за первую и вторую половины времени падения.

338(336). Мальчик бросил мяч массой 100 г вертикально вверх и поймал его в точке бросания. Мяч достиг высоты 5 м.

Найти работу силы тяжести при движении мяча: а) вверх; б) вниз; в) на всем пути.

339(337). Какую работу надо совершить, чтобы из колодца глубиной 10 м поднять ведро с водой массой 8 кг на тросе, каждый метр которого имеет массу 400 г?

340(338). Под действием двух взаимно перпендикулярных сил 30 и 40 Н тело переместилось на 10 м. Найти работу каждой силы в отдельности и работу равнодействующей силы.

341(339). Масса футбольного мяча в 3 раза больше, а скорость в 3 раза меньше хоккейной шайбы. Сравнить их кинетические энергии.

342(340). Какова кинетическая энергия космического корабля «Союз» массой 6,6 т, движущегося по орбите со скоростью 7,8 км/с?

343(341). Скорость свободно падающего тела массой 4 кг на некотором пути увеличилась с 2 до 8 м/с. Найти работу силы тяжести на этом пути.

344(342). Масса самосвала в 18 раз больше массы легкового автомобиля, а скорость самосвала в 6 раз меньше скорости легкового автомобиля. Сравнить импульсы и кинетические энергии этих автомобилей.

345(343). Импульс тела равен 8 кг·м/с, а кинетическая энергия 16 Дж. Найти массу и скорость тела.

346*(344). Шарик массой $m = 100$ г, подвешенный на нити длиной $l = 40$ см, описывает в горизонтальной плоскости окружность. Какова кинетическая энергия $E_к$ шарика, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол $\alpha = 60°$?

347[1](345). На какой высоте потенциальная энергия груза массой 2 т равна 10 кДж?

348(346). Какова потенциальная энергия ударной части свайного молота массой 300 кг, поднятого на высоту 1,5 м?

349(347). На балкон, расположенный на высоте 6 м, бросили с поверхности земли предмет массой 200 г. Во время полета он достиг максимальной высоты 8 м от поверхности земли. Определить работу силы тяжести при полете предмета

---

[1] В этой и следующих задачах считать, что на поверхности земли потенциальная энергия равна нулю.

вверх, вниз и на всем пути. Найти результирующее изменение потенциальной энергии.

350(348). Какую работу надо совершить, чтобы лежащий на земле однородный стержень длиной 2 м и массой 100 кг поставить вертикально?

351(349). На рисунке 46 приведен график зависимости удлинения пружины от растягивающей силы. Определить потенциальную энергию пружины, растянутой на 8 см. Указать физический смысл тангенса угла α и площади треугольника под участком 0*A* графика.

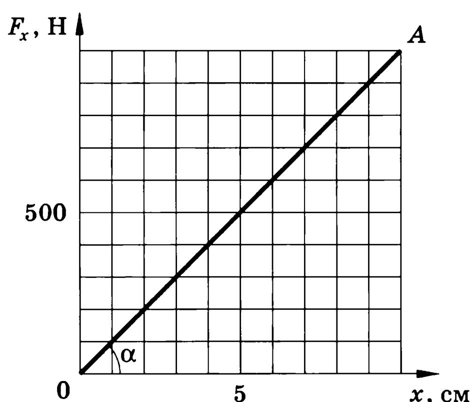


Рис. 46

352(350). К концу сжатия пружины детского пружинного пистолета на 3 см приложенная к ней сила была равна 20 Н. Найти потенциальную энергию сжатой пружины.

353(351). Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину жесткостью 40 кН/м на 0,5 см?

354(352). Для растяжения пружины на 4 мм необходимо совершить работу 0,02 Дж. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину на 4 см?

355(353). Сравнить работы, которые совершает человек, растягивая пружину динамометра от 0 до 10 Н, от 10 до 20 Н, от 20 до 30 Н.

356(354). Жесткость пружины динамометра, рассчитанного на 40 Н, равна 500 Н/м. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину от середины шкалы до последнего деления?

18. Закон сохранения энергии. Превращение энергии при действии силы тяжести; силы упругости; силы трения

357[1](355). Тело массой 0,5 кг брошено вертикально вверх со скоростью 4 м/с. Найти работу силы тяжести, изменение потенциальной энергии и изменение кинетической энергии при подъеме тела до максимальной высоты.

358(356). Тело массой 400 г свободно падает с высоты 2 м. Найти кинетическую энергию тела в момент удара о землю.

359(357). Найти потенциальную энергию тела массой 100 г, брошенного вертикально вверх со скоростью 10 м/с, в высшей точке подъема.

360(358). Тело массой 3 кг, свободно падает с высоты 5 м. Найти потенциальную и кинетическую энергию тела на расстоянии 2 м от поверхности земли.

361(359). Камень брошен вертикально вверх со скоростью v_0 = 10 м/с. На какой высоте h кинетическая энергия камня равна его потенциальной энергии?

362(360). Каковы значения потенциальной и кинетической энергии стрелы массой 50 г, выпущенной из лука со скоростью 30 м/с вертикально вверх, через 2 с после начала движения?

363(н). С какой начальной скоростью v_0 надо бросить вертикально вниз мяч с высоты h, чтобы он после удара о землю подпрыгнул относительно начального уровня на высоту: а) Δh = 10 м; б) $\Delta h = h$? Считать удар абсолютно упругим.

364(362). Тело брошено со скоростью v_0 под углом к горизонту. Определить его скорость на высоте h.

365(363). Начальная скорость пули 600 м/с, ее масса 10 г. Под каким углом к горизонту она вылетела из дула ружья, если ее кинетическая энергия в высшей точке траектории равна 450 Дж?

· **366(364).** Груз массой 25 кг висит на шнуре длиной 2,5 м. На какую наибольшую высоту можно отвести в сторону груз, чтобы при дальнейших свободных качаниях шнур не оборвался? Максимальная сила натяжения, которую выдерживает шнур не обрываясь, равна 550 Н.

---

[1] В задачах 357—373 сопротивление воздуха не учитывать.

367*(365). Маятник массой m отклонен на угол α от вертикали. Какова сила натяжения нити при прохождении маятником положения равновесия?

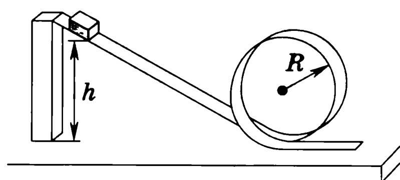


Рис. 47

368*(366). В школьном опыте с «мертвой петлей» (рис. 47) брусок массой m отпущен с высоты $h = 3R$ (R — радиус петли). С какой силой давит брусок на опору в нижней и верхней точках петли?

369*(367). Предмет массой m вращается на нити в вертикальной плоскости. На сколько сила натяжения нити в нижней точке больше, чем в верхней?

370(368). При подготовке пружинного пистолета к выстрелу пружину жесткостью 1 кН/м сжали на 3 см. Какую скорость приобретет «снаряд» массой 45 г при выстреле в горизонтальном направлении?

371(369). Во сколько раз изменится скорость «снаряда» пружинного пистолета при выстреле в горизонтальном направлении: а) при увеличении сжатия пружины в 2 раза; б) при замене пружины другой, жесткость которой в 2 раза больше; в) при увеличении массы «снаряда» в 2 раза? В каждом случае все остальные величины, от которых зависит скорость, остаются неизменными.

372(370). Найти скорость v вылета «снаряда» пружинного пистолета массой m при выстреле вертикально вверх, если жесткость пружины равна k, а сжатие x. Одинаковую ли скорость приобретет «снаряд» при выстреле горизонтально и вертикально вверх?

373(371). Цирковой артист массой 60 кг падает в натянутую сетку с высоты 4 м. С какой силой действует на артиста сетка, если она прогибается при этом на 1 м?

374(372). Рыболовная леска длиной 1 м имеет прочность на разрыв 26 Н и жесткость 2,5 кН/м. Один конец лески прикрепили к опоре, расположенной над полом на высоте больше 1 м, а к другому концу привязали груз массой 50 г. Груз подняли до точки подвеса и отпустили. Разорвется ли леска?

375(373). Ученик при помощи динамометра, жесткость пружины которого $k = 100$ Н/м, равномерно переместил деревянный брусок массой $m = 800$ г по доске на расстояние

$l = 10$ см. Сравнить работу A_1 по преодолению трения с работой A_2 по растяжению пружины до начала движения бруска, если коэффициент трения $\mu = 0{,}25$.

376(374). Троллейбус массой 15 т трогается с места с ускорением 1,4 м/с^2. Найти работу силы тяги и работу силы сопротивления на первых 10 м пути, если коэффициент сопротивления равен 0,02. Какую кинетическую энергию приобрел троллейбус?

377(375). На рисунке 48 дан график зависимости проекции скорости автобуса массой 20 т от времени. Вычислить работу силы тяги, совершенную за 20 с, если коэффициент сопротивления равен 0,05. Каково изменение кинетической энергии автобуса?

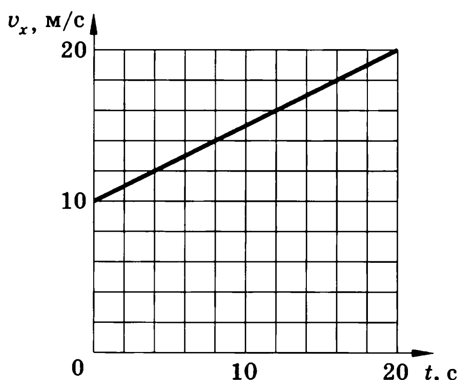


Рис. 48

378(376). Автомобиль массой 2 т затормозил и остановился, пройдя путь 50 м. Найти работу силы трения и изменение кинетической энергии автомобиля, если дорога горизонтальна, а коэффициент трения равен 0,4.

379(н). Найти среднюю силу сопротивления грунта F при погружении в него сваи, если под действием падающей с высоты $h = 1{,}4$ м ударной части свайного молота массой $m = 6$ т свая погружается в грунт на расстояние $l = 10$ см. Массой сваи пренебречь.

380(378). С какой скоростью двигался поезд массой 1500 т, если под действием силы сопротивления 150 кН он прошел с момента начала торможения до остановки путь 500 м?

381(379). Велосипедист, прекратив работать педалями, на горизонтальном участке пути длиной 36 м уменьшил свою скорость с 10 до 8 м/с. Найти коэффициент сопротивления. Сколько процентов кинетической энергии превратилось во внутреннюю?

382(380). С сортировочной горки скатываются два вагона — один нагруженный, другой порожний. Сравнить расстояния, которые пройдут вагоны по горизонтальному участку до остановки, если коэффициенты сопротивления для обоих вагонов одинаковы.

383(381). С наклонной плоскости длиной l и углом наклона α скользит тело. Какова скорость тела у основания плоскости, если коэффициент трения равен μ?

384*(382). С горки высотой $h = 2$ м и основанием $b = 5$ м съезжают санки, которые останавливаются, пройдя горизонтальный путь $s = 35$ м от основания горки. Найти коэффициент трения, считая его одинаковым на всем пути. Определить подобным способом на опыте коэффициент трения, например, между спичечным коробком и ученической линейкой.

385*(383). Для определения коэффициента трения была использована установка, изображенная на рисунке 49, *а*. Придерживая брусок массой m рукой, подвешивают к нити грузик массой M, а затем отпускают брусок. Грузик опускается по высоте на h, перемещая при этом брусок по плоскости на расстояние l (рис. 49, *б*). Вывести формулу для расчета коэффициента трения μ. При возможности проделать такой опыт.

386*(384). Санки массой 10 кг скатились с горы высотой 5 м и остановились на горизонтальном участке. Какую минимальную работу совершит мальчик, возвращая санки по линии их скатывания?

387*(385). Брусок массой m (рис. 50), прикрепленный к динамометру при помощи нити, оттягивают рукой; при этом

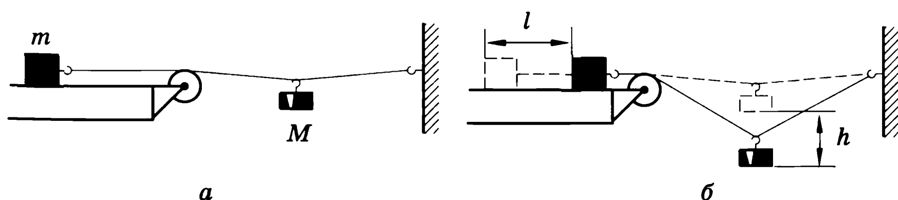


Рис. 49

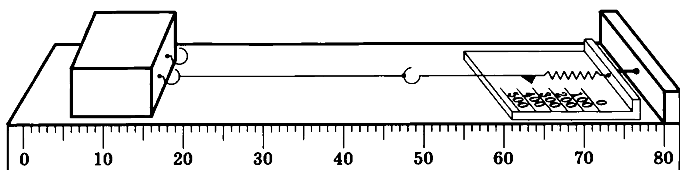


Рис. 50

записывают показания F динамометра и измеряют линейкой растяжение x пружины (по шкале динамометра). Затем отпускают брусок и измеряют путь l, пройденный бруском до остановки. Зная F, x и l, можно определить коэффициент трения μ между бруском и доской. Вывести формулу для расчета коэффициента трения. При возможности выполнить работу. (Растягивать пружину надо так, чтобы после полного сокращения пружины динамометра брусок прошел еще некоторое расстояние.)

388(386). Бензовоз массой 5 т подходит к подъему длиной 200 м и высотой 4 м со скоростью 15 м/с. В конце подъема его скорость уменьшилась до 5 м/с. Коэффициент сопротивления равен 0,09. Найти: а) изменение потенциальной энергии бензовоза; б) изменение кинетической энергии; в) работу силы сопротивления; г) работу силы тяги; д) силу тяги бензовоза.

389(387). Парашютист массой 80 кг отделился от неподвижно висящего вертолета и, пролетев до раскрытия парашюта 200 м, приобрел скорость 50 м/с. Найти работу силы сопротивления воздуха на этом пути.

390(388). Пуля массой 9,6 г вылетает из ствола пулемета со скоростью 825 м/с. Через 100 м скорость пули уменьшается до 746 м/с, а через 200 м — до 675 м/с. Найти работу силы сопротивления воздуха на первых и вторых ста метрах пути.

391(389). Самолет массой 2 т движется в горизонтальном направлении со скоростью 50 м/с. Находясь на высоте 420 м, он переходит на снижение при выключенном двигателе и достигает дорожки аэродрома со скоростью 30 м/с. Определить работу силы сопротивления воздуха во время планирующего полета.

392(390). Санки с седоком общей массой 100 кг съезжают с горы высотой 8 м и длиной 100 м. Какова средняя сила сопротивления движению санок, если в конце горы они развили скорость 10 м/с, а начальная скорость равна нулю?

19. Мощность. КПД. Движение жидкостей и газов

393(391). Сила тяги сверхзвукового самолета при скорости полета 2340 км/ч равна 220 кН. Найти мощность двигателей самолета в этом режиме полета.

394(392). При скорости полета 900 км/ч все четыре двигателя самолета Ил-62 развивают мощность 30 МВт. Найти силу тяги одного двигателя в этом режиме работы.

395(393). Камень шлифовального станка имеет на рабочей поверхности скорость 30 м/с. Обрабатываемая деталь прижимается к камню с силой 100 Н, коэффициент трения 0,2. Какова механическая мощность двигателя станка? Потери в механизме привода не учитывать.

396(н). Поезд массой 1500 т движется на подъем, равный 0,004, со скоростью 16 м/с при коэффициенте сопротивления 0,006. Какова полезная мощность локомотива?

397(395). Трактор типа Т-150 имеет тяговую мощность (мощность на крюке) 72 кВт. С какой скоростью может тянуть этот трактор прицеп массой 5 т на подъем 0,2 при коэффициенте сопротивления 0,4?

398(396). Найти среднюю полезную мощность при разбеге самолета, предназначенного для работ в сельском и лесном хозяйстве. Масса самолета 1 т, длина разбега 300 м, взлетная скорость 30 м/с, коэффициент сопротивления 0,03.

399*(н). Троллейбус массой 12 т подходит к подъему высотой 12 м и длиной 180 м со скоростью 10 м/с. Найти среднюю мощность при подъеме, если конечная скорость троллейбуса равна 5 м/с, а коэффициент сопротивления 0,03.

400(398). Какую работу надо совершить, чтобы по плоскости с углом наклона 30° на высоту 2 м втащить груз, прикладывая силу, совпадающую по направлению с перемещением? Масса груза 400 кг, коэффициент трения 0,3. Каков при этом КПД?

401(399). Найти КПД наклонной плоскости длиной 1 м и высотой 0,6 м, если коэффициент трения при движении по ней тела равен 0,1.

402(н). Рассчитать КПД гидроэлектростанции, если расход воды (ежесекундное изменение объема) равен 6 м^3/с, напор воды (разность уровней воды по обе стороны плотины) 20 м, а мощность станции 1200 л. с. (1 л. с. = 736 Вт).

403(н). С какой скоростью понижается уровень воды в баке, площадь сечения которого 1м^2, если скорость течения воды в отводящей трубе сечением 20 см^2 равна 2 м/с? Каков расход воды в баке?

404(402). Скорость течения воды в широкой части трубы 10 см/с. Какова скорость ее течения в узкой части, диаметр которой в 4 раза меньше диаметра широкой части?

405(403). Земснаряд вынимает 500 м^3 грунта в час. Объем пульпы (грунт, смешанный с водой) в 10 раз больше объема грунта. Какова скорость движения пульпы в трубе диаметром 0,6 м?

406(404). Если подключить шланг к выходному отверстию пылесоса и поместить в струю мячик для настольного тенниса (рис. 51), то он будет парить в струе и при движении шланга будет следовать за ним. Объяснить явление.

407(н). Почему две баржи, проплывающие в одном направлении близко друг к другу, могут столкнуться?

408(406). В водопроводной трубе образовалось отверстие сечением 4 мм^2, из которого бьет вертикально вверх струя воды, поднимаясь на высоту 80 см. Какова утечка воды за сутки?

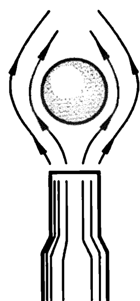


Рис. 51

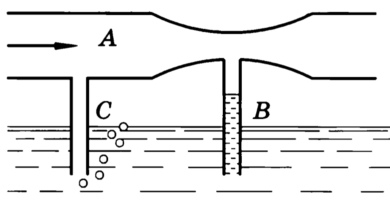


Рис. 52



Рис. 53

409(407). Если через трубу *A* (рис. 52) продувать воздух, то при некоторой скорости его движения по трубке *B* будет подниматься вода, захватываться струей воздуха и распыляться, а из трубки *C* воздух будет выходить пузырьками. Объяснить явление.

410(н). Можно ли выдуть из воронки, дуя с узкого конца, вложенный в нее бумажный фильтр (рис. 53)?

ГЛАВА IV

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

20. Колебательное движение

411(409). Грузик, колеблющийся на пружине, за 8 с совершил 32 колебания. Найти период и частоту колебаний.

412(410). Частота колебаний крыльев комара 600 Гц, а период колебаний крыльев шмеля 5 мс. Какое из насекомых сделает при полете больше взмахов крыльями за 1 мин и на сколько?

413[1](411). Амплитуда колебаний точки струны 1 мм, частота 1 кГц. Какой путь пройдет точка за 0,2 с?

414(412). Крылья пчелы, летящей за нектаром, колеблются с частотой $\nu_1 = 420$ Гц, а при полете обратно (с нектаром) — $\nu_2 = 300$ Гц. За нектаром пчела летит со скоростью $v_1 = 7$ м/с, а обратно со скоростью $v_2 = 6$ м/с. При полете в каком направлении пчела сделает больше взмахов крыльями и на сколько (Δn), если расстояние от улья до цветочного поля $s = 500$ м?

415(413). Как привести в колебания маятник стенных часов, сообщив ему: а) потенциальную энергию; б) кинетическую энергию?

416(414). На какое расстояние надо отвести от положения равновесия груз массой 640 г, закрепленный на пружине жесткостью 0,4 кН/м, чтобы он проходил положение равновесия со скоростью 1 м/с?

417(415). Какова масса груза, колеблющегося на пружине жесткостью 0,5 кН/м, если при амплитуде колебаний 6 см он имеет максимальную скорость 3 м/с?

418(416). Первый шар колеблется на пружине, имеющей жесткость в 4 раза бо́льшую, чем жесткость пружины, на которой колеблется второй шар такой же массы. Какой из шаров надо дальше отвести от положения равновесия и во сколько раз, чтобы их максимальные скорости были одинаковы?

---

[1] В этой и следующих задачах колебания считать незатухающими.

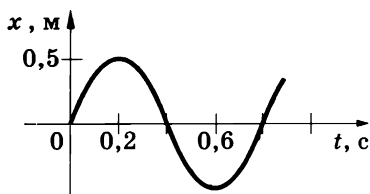


Рис. 54

419(н). Определить по графику, приведенному на рисунке 54, амплитуду, период и частоту колебаний. Найти максимальную силу, действующую на тело массой 100 г.

420(419). Найти массу груза, который на пружине жесткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

421(420). Если к некоторому грузу, колеблющемуся на пружине, подвесить гирю массой 100 г, то частота колебаний уменьшится в 1,41 раза. Какой массы груз был первоначально подвешен к пружине?

422(421). Во сколько раз изменится период колебаний груза, подвешенного на резиновом жгуте, если отрезать 3/4 длины жгута и подвесить на оставшуюся часть тот же груз?

423(н). Груз массой 400 г совершает колебания на пружине жесткостью 250 Н/м. Амплитуда колебаний 15 см. Найти полную механическую энергию колебаний и наибольшую скорость движения груза.

424(423). Во сколько раз изменится частота колебаний математического маятника при увеличении длины нити в 3 раза?

425(424). Как относятся длины математических маятников, если за одно и то же время один совершает 10, а второй 30 колебаний?

426(н). Во сколько раз изменится полная механическая энергия колеблющегося маятника при уменьшении его длины в 3 раза и увеличении амплитуды колебаний в 2 раза?

427(425). Какое значение ускорения свободного падения получил ученик при выполнении лабораторной работы, если маятник длиной 80 см совершил за 1 мин 34 колебания?

428(426). Как изменится ход часов с маятником на металлическом стержне при: а) подъеме на гору; б) переезде из Мурманска в Ташкент?

429*(427). За одно и то же время один математический маятник делает 50 колебаний, а другой 30. Найти их длины, если один из маятников на 32 см короче другого.

430(428). На рисунке 55 приведены графики зависимости координаты от времени $x(t)$ двух колебательных движений. Сравнить амплитуды, периоды и частоты колебаний.

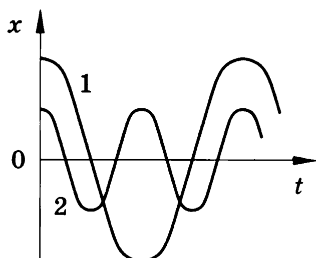


Рис. 55

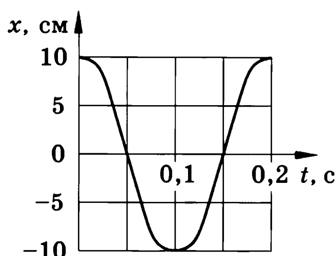


Рис. 56

431(429). По графику, приведенному на рисунке 56, найти амплитуду, период и частоту колебаний.

432(430). Колебания каких из приведенных ниже тел будут свободными: а) поршень в цилиндре двигателя; б) игла швейной машины; в) ветка дерева после того, как с нее слетела птица; г) струна музыкального инструмента; д) конец стрелки компаса; е) мембрана телефона при разговоре; ж) чаши рычажных весов?

433(431). Чтобы отвести качели с сидящим на них человеком на большой угол, необходимо приложить значительную силу. Почему же раскачать качели до такого же угла отклонения можно с помощью значительно меньшего усилия?

434(432). Чтобы помочь шоферу вытащить автомобиль, застрявший в грязи, несколько человек раскачивают автомобиль, причем толчки, как правило, производятся по команде. Важно ли, через какие промежутки времени подавать команду?

435(433). Спортсмен раскачивается при прыжках на батуте со строго определенной частотой. От чего зависит эта частота?

436(434). На некоторых участках дороги встречаются расположенные на приблизительно одинаковых расстояниях выбоины (это обычно отмечается соответствующим дорожным знаком). Водитель вел автомобиль по такому участку один раз порожним, а другой раз нагруженным. Сравнить скорости

движения машины, при которых наступит резонансное раскачивание на рессорах.

437(н). Мальчик несет на коромысле ве́дра с водой, период собственных колебаний которых 1,6 с. При какой скорости движения мальчика вода начнет особенно сильно выплескиваться, если длина его шага 60 см?

438(435). По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 6 м/с. Каковы период и частота колебаний бакена, если длина волны 3 м?

439(436). Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн 1,2 м. Какова скорость распространения волн?

440(437). На озере в безветренную погоду с лодки бросили тяжелый якорь. От места бросания якоря пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до него через 50 с, расстояние между соседними гребнями волн 0,5 м, а за 5 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?

441(н). На поверхности воды распространяется волна со скоростью 2,4 м/с при частоте колебаний 2 Гц. Какова разность фаз в точках, лежащих на одном луче и отстоящих друг от друга на 10, 60, 90, 120 и 140 см?

442(438). Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса достигает 4,3 м, а для самого высокого женского голоса 25 см. Найти частоты колебаний этих голосов.

443(439). Частотный диапазон рояля от 90 до 9000 Гц. Найти диапазон длин звуковых волн в воздухе.

444(440). Во время грозы человек услышал гром через 15 с после вспышки молнии. Как далеко от него произошел разряд?

445(441). Когда наблюдатель воспринимает по звуку, что самолет находится в зените, он видит его под углом $\alpha = 73°$ к горизонту. С какой скоростью летит самолет?

446(442). Мотоциклист, движущийся по прямолинейному участку дороги, увидел, как человек, стоящий у дороги, ударил стержнем по висящему рельсу, а через 2 с услышал звук. С какой скоростью двигался мотоциклист, если он проехал мимо человека через 36 с после начала наблюдения?

447(443). Звук взрыва, произведенного в воде вблизи поверхности, приборы, установленные на корабле и принимающие звук по воде, зарегистрировали на 45 с раньше, чем он пришел по воздуху. На каком расстоянии от корабля произошел взрыв?

448(н). Какая из величин и во сколько раз изменится при переходе звука из воздуха в воду — частота или длина волны?

449(445). Кто чаще взмахивает крылышками при полете — комар или муха?

450(446). Как на слух отличить, работает ли электродрель вхолостую или сверлит отверстие?

451(447). Расстояние до преграды, отражающей звук, 68 м. Через какое время человек услышит эхо?

452(448). При измерении глубины моря под кораблем при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и приема ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Какова глубина моря под кораблем?

453(449). Почему в пустом зрительном зале звук громче и раскатистей, чем в зале, заполненном публикой?

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

ГЛАВА V
ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

22. Количество вещества. Постоянная Авогадро. Масса и размеры молекул. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов[1]

454(450). Какое количество вещества содержится в алюминиевой отливке массой 5,4 кг?

455(451). Какова масса 500 моль углекислого газа?

456(452). Какой объем занимают 100 моль ртути?

457(453). Сравнить массы и объемы двух тел, сделанных соответственно из олова и свинца, если в них содержатся равные количества вещества.

458(454). Какой объем займет водород, содержащий такое же количество вещества, какое содержится в азоте объемом 2 $м^3$? Какой объем займет кислород, содержащий такое же количество вещества? Температура и давление газов одинаковы.

459(455). Зная постоянную Авогадро, найти массу молекулы и атома водорода.

460(456). Сколько молекул содержится в углекислом газе (CO_2) массой 1 г?

461(457). Найти число атомов в алюминиевом предмете массой 135 г.

462(458). На изделие, поверхность которого 20 $см^2$, нанесен слой серебра толщиной 1 мкм. Сколько атомов серебра содержится в покрытии?

463(459). Зная постоянную Авогадро N_A, плотность ρ данного вещества и его молярную массу M, вывести формулы

[1] При решении задач этого параграфа для нахождения относительной молекулярной массы следует пользоваться таблицей Менделеева, округляя значения до двух-трех значащих цифр.

для расчета числа молекул в единице массы данного вещества; в единице объема; в теле массой m; в теле объемом V.

464(460). Предельно допустимая концентрация молекул паров ртути (Hg) в воздухе равна $3 \cdot 10^{16}$ м$^{-3}$, а ядовитого газа хлора (Cl_2) — $8{,}5 \cdot 10^{18}$ м$^{-3}$. Найти, при какой массе каждого из веществ в одном кубическом метре воздуха появляется опасность отравления. Почему надо быть очень осторожным при обращении со ртутью?

465(461). Считая, что диаметр молекул водорода составляет около $2{,}3 \cdot 10^{-10}$ м, подсчитать, какой длины получилась бы нить, если бы все молекулы, содержащиеся в 1 мг этого газа, были расположены в один ряд вплотную друг к другу. Сопоставить длину этой нити со средним расстоянием от Земли до Луны.

466(462). Находившаяся в стакане вода массой 200 г полностью испарилась за 20 сут. Сколько в среднем молекул воды вылетало с ее поверхности за 1 с?

467(463). В озеро, имеющее среднюю глубину 10 м и площадь поверхности 20 км^2, бросили кристаллик поваренной соли массой 0,01 г. Сколько молекул этой соли оказалось бы в наперстке воды объемом 2 см^3, зачерпнутой из озера, если полагать, что соль, растворившись, равномерно распределилась во всем объеме воды озера?

468*(464). Кристалл поваренной соли имеет кубическую форму и состоит из чередующихся ионов Na и Cl. Найти среднее расстояние d между их центрами, если плотность соли $\rho = 2200$ кг/м^3.

469(465). В результате нагревания давление газа в закрытом сосуде увеличилось в 4 раза. Во сколько раз изменилась средняя квадратичная скорость?

470(466). Сравнить давления кислорода и водорода при одинаковых концентрациях молекул и равных средних квадратичных скоростях их движения.

471(467). Во сколько раз изменится давление газа при уменьшении его объема в 3 раза? Средняя скорость движения молекул осталась неизменной.

472(468). Каково давление газа, если средняя квадратичная скорость его молекул 500 м/с, а его плотность 1,35 кг/м^3?

473(469). Какова средняя квадратичная скорость движения молекул газа, если, имея массу 6 кг, он занимает объем 5 $м^3$ при давлении 200 кПа?

474(470). Найти концентрацию молекул кислорода, если при давлении 0,2 МПа средняя квадратичная скорость его молекул равна 700 м/с.

475(471). Используя таблицы 1 и 13 приложений, найти средние квадратичные скорости молекул азота и кислорода при нормальных условиях.

476(472). Найти среднюю кинетическую энергию молекулы одноатомного газа при давлении 20 кПа. Концентрация молекул этого газа при указанном давлении составляет $3 \cdot 10^{25}$ $м^{-3}$.

477(473). Во сколько раз изменится давление одноатомного газа в результате уменьшения его объема в 3 раза и увеличения средней кинетической энергии молекул в 2 раза?

23. Энергия теплового движения молекул. Зависимость давления газа от концентрации молекул и температуры. Скорости молекул газа

478(474). При какой температуре средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна $6{,}21 \cdot 10^{-21}$ Дж?

479(475). При какой температуре средняя кинетическая энергия молекул одноатомного газа будет в 2 раза больше, чем при температуре −73 °С?

480(476). На сколько процентов увеличивается средняя кинетическая энергия молекул газа при изменении его температуры от 7 до 35 °С?

481(477). Определить среднюю кинетическую энергию и концентрацию молекул одноатомного газа при температуре 290 К и давлении 0,8 МПа.

482(478). Найти температуру газа при давлении 100 кПа и концентрации молекул 10^{25} $м^{-3}$.

483(479). Практический потолок полета самолета Ту-154 равен 12 км. Во сколько раз концентрация молекул атмосферного воздуха на этой высоте меньше, чем на уровне моря?

Параметры воздуха для стандартной атмосферы[1] приведены в таблице:

Высота над уровнем моря h, м	Давление p, Па	Температура T, К
0	101 325	288,15
12 000	19 399	216,65

484(480). Найти среднюю квадратичную скорость молекулы водорода при температуре 27 °С.

485(481). Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул кислорода меньше средней квадратичной скорости молекул водорода, если температуры этих газов одинаковы?

486(482). При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул азота равна 830 м/с?

487(483). Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул водяного пара в летний день при температуре 30 °С больше, чем в зимний день при температуре −30 °С?

488(484). Найти число молекул в 1 кг газа, средняя квадратичная скорость которых при абсолютной температуре T равна $\upsilon = \sqrt{\overline{\upsilon^2}}$.

489[2](485). Найти, во сколько раз средняя квадратичная скорость пылинки массой $1{,}75 \cdot 10^{-12}$ кг, взвешенной в воздухе, меньше средней квадратичной скорости движения молекул воздуха.

490(н). Плотность кислорода при давлении 124 кПа 1,6 кг/м^3. Найти число молекул в единице объема (концентрацию), среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул, среднюю квадратичную скорость молекул и температуру кислорода.

491(н). Почему в опыте Штерна наблюдалось не только смещение, но и размытие полоски из атомов серебра?

492(487). При вращении прибора Штерна с частотой 45 с$^{-1}$ среднее смещение полоски серебра, обусловленное вращением, составляло 1,12 см. Радиусы внутреннего и внешнего ци-

---

[1] Стандартная атмосфера — модель земной атмосферы, характеризуемая выведенными на основе долголетних статистических наблюдений средними значениями физических параметров состояния воздуха реальной атмосферы Земли.

[2] В этой и следующих задачах, если нет специальных оговорок, воздух считать однородным газом, значение молярной массы которого приведено в таблице.

линдров соответственно равны 1,2 и 16 см. Найти среднюю квадратичную скорость атомов серебра из данных опыта и сравнить ее с теоретическим значением, если температура накала платиновой нити равна 1500 К.

24. Уравнения состояния идеального газа

493(488). Какое количество вещества содержится в газе, если при давлении 200 кПа и температуре 240 К его объем равен 40 л?

494(489). Каково давление сжатого воздуха, находящегося в баллоне вместимостью 20 л при температуре 12 °С, если масса этого воздуха 2 кг?

495(490). В баллоне вместимостью 25 л находится смесь газов, состоящая из аргона (Ar) массой 20 г и гелия (He) массой 2 г при температуре 301 К. Найти давление смеси газов на стенки сосуда.

496(491). Найти массу природного горючего газа объемом 64 м^3, считая, что объем указан при нормальных условиях. Молярную массу природного горючего газа считать равной молярной массе метана (CH_4).

497(492). Воздух объемом 1,45 м^3, находящийся при температуре 20 °С и давлении 100 кПа, перевели в жидкое состояние. Какой объем займет жидкий воздух, если его плотность 861 кг/м^3?

498(493). В одинаковых баллонах при одинаковой температуре находятся водород (H_2) и углекислый газ (CO_2). Массы газов одинаковы. Какой из газов производит большее давление на стенки баллона и во сколько раз?

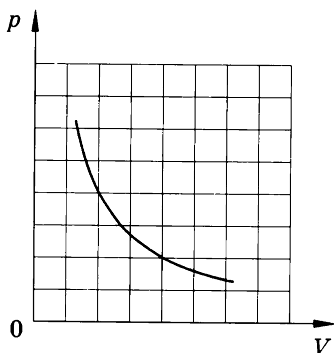


Рис. 57

499(494). На рисунке 57 приведена изотерма для 1 моль газа при температуре 260 К. Построить на этом же чертеже изотермы:

а) для 1 моль газа при 390 К;

б) для 2 моль газа при 260 К.

500*(495). В баллоне находится газ при температуре 15 °С. Во сколько раз уменьшится давление газа, если 40% его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на 8 °С?

501(496). Во сколько раз отличается плотность метана (CH_4) от плотности кислорода (O_2) при одинаковых условиях?

502(н). Зная плотность воздуха при нормальных условиях, найти молярную массу воздуха.

503(498). На поверхности Венеры температура и атмосферное давление соответственно равны 750 К и 9120 кПа. Найти плотность атмосферы у поверхности планеты, считая, что она состоит из углекислого газа.

504(499). Какова при нормальных условиях плотность смеси газов, состоящей из азота (N_2) массой 56 г и углекислого газа (CO_2) массой 44 г?

505(500). В комнате площадью $S = 20$ м^2 и высотой $h = 2,5$ м температура воздуха повысилась с $T_1 = 288$ К до $T_2 = 298$ К. Давление постоянно и равно $p = 100$ кПа. На какую величину Δm уменьшилась масса воздуха в комнате?

506*(501). Шар объемом $V = 0,1$ м^3, сделанный из тонкой бумаги, наполняют горячим воздухом, имеющим температуру $T_2 = 340$ К. Температура окружающего воздуха $T_1 = 290$ К. Давление воздуха p внутри шара и атмосферное давление одинаковы и равны 100 кПа. При каком значении массы m бумажной оболочки шар будет подниматься?

507(502). Газ при давлении 0,2 МПа и температуре 15 °С имеет объем 5 л. Чему равен объем газа этой массы при нормальных условиях?

508(503). Какое давление рабочей смеси устанавливается в цилиндрах двигателя автомобиля ЗИЛ-130, если к концу такта сжатия температура повышается с 50 до 250 °С, а объем уменьшается с 0,75 до 0,12 л? Первоначальное давление равно 80 кПа.

509(н). Метан подают по газопроводу при давлении 405,2 кПа и температуре 300 К, причем через поперечное сечение трубы площадью 8 см^2 за 20 мин проходит 8,4 кг газа. Определить скорость протекания газа по трубе.

510(505). В цилиндре дизельного двигателя автомобиля КАМАЗ-5320 температура воздуха в начале такта сжатия была 50 °С. Найти температуру воздуха в конце такта, если его объем уменьшается в 17 раз, а давление возрастает в 50 раз.

511(506). При повышении абсолютной температуры идеального газа в 2 раза давление газа увеличилось на 25%. Во сколько раз при этом изменился объем?

512(507). Резиновую лодку надули при температуре 7 °C до рабочего давления 108 кПа. Имеется ли опасность разрыва лодки при повышении температуры до 37 °C, если предельно допустимое давление 110,6 кПа и увеличение объема не должно превышать 4%? Что надо сделать для предотвращения опасности разрыва?

513(508). При уменьшении объема газа в 2 раза давление увеличилось на 120 кПа и абсолютная температура возросла на 10%. Каким было первоначальное давление?

25. Изопроцессы[1]

514(509). Бак с жидкостью, над верхней поверхностью которой находится воздух, имеет в верхней крышке отверстие, плотно закрытое пробкой. Почему, если открыть кран, находящийся в нижней части бака, после вытекания некоторого объема жидкости дальнейшее ее течение прекратится? Что надо сделать, чтобы обеспечить свободное вытекание жидкости?

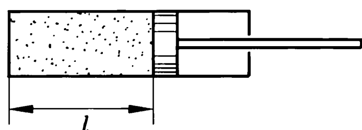


Рис. 58

515(510). Во сколько раз изменится давление воздуха в цилиндре (рис. 58), если поршень переместить на $l/3$: а) влево; б) вправо?

516(511). При сжатии газа его объем уменьшился с 8 до 5 л, а давление повысилось на 60 кПа. Найти первоначальное давление.

517(512). При увеличении давления в 1,5 раза объем газа уменьшился на 30 мл. Найти первоначальный объем.

518(513). Во фляжке вместимостью 0,5 л находится 0,3 л воды. Турист пьет из нее воду, плотно прижав губы к горлышку так, что во фляжку не попадает наружный воздух. Сколько

---

[1] Если нет специальных оговорок, то при решении задач этого параграфа можно атмосферное давление принимать равным 100 кПа. В задачах 514—526 процесс считать изотермическим, в задачах 527—533 — изобарным и в задачах 534—540 — изохорным.

воды удастся выпить туристу, если он может понизить давление оставшегося во фляжке воздуха до 80 кПа?

519(514). Пузырек воздуха всплывает со дна водоема. На глубине 6 м он имел объем 10 мм^3. Найти объем пузырька у поверхности воды.

520(515). Водяной паук-серебрянка строит в воде воздушный домик, перенося на лапках и брюшке пузырьки атмосферного воздуха и помещая их под купол паутины, прикрепленной концами к водным растениям. Сколько рейсов надо сделать пауку, чтобы на глубине 50 см построить домик объемом 1 см^3, если каждый раз он берет 5 мм^3 воздуха под атмосферным давлением?

521(516). Площадь поршня (см. рис. 58) равна 24 см^2, объем воздуха в цилиндре 240 см^3, а давление равно атмосферному (100 кПа). Какую силу надо приложить, чтобы удерживать поршень после его смещения на 2 см: а) влево; б) вправо?

522(н). Компрессор засасывает из атмосферы каждую секунду 3 л воздуха, которые подаются в баллон емкостью 45 л. Через какое время давление в баллоне будет превышать атмосферное в 9 раз? Начальное давление в баллоне равно атмосферному.

523(518). Закрытый цилиндрический сосуд высотой h разделен на две равные части невесомым поршнем, скользящим без трения. При застопоренном поршне обе половины заполнены газом, причем в одной из них давление в n раз больше, чем в другой. На сколько передвинется поршень, если снять стопор?

524(519). Открытую с обеих сторон стеклянную трубку длиной 60 см опускают в сосуд с ртутью на 1/3 длины. Затем, закрыв верхний конец трубки, вынимают ее из ртути. Какой длины столбик ртути останется в трубке? Атмосферное давление 76 см рт. ст.

525(н). Запаянную с одного конца трубку опустили открытым концом в сосуд с ртутью (рис. 59). При этом ртуть в трубке поднялась на 5 см выше ее уровня в сосуде и высота столба воздуха над ртутью оказалась равной 40 см. Атмосферное давление было 75 см рт. ст. На следующий день оказалось, что уровень ртути в трубке повысился на 1 см. Каким было атмосферное давление на следующий день? Диаметр сосуда много больше диаметра трубки.

526(521). Какова плотность сжатого воздуха при температуре 0 °С в камере колеса автомобиля, если он находится под давлением 0,17 МПа (избыточным над атмосферным)?

527(522). Какой объем займет газ при температуре 77 °С, если при температуре 27 °С его объем был 6 л?

528(523). В классе был показан такой опыт. Стеклянный баллон (рис. 60, *а*), в который вставлена открытая с обоих концов трубка, нагревался на спиртовке. Затем конец трубки был опущен в воду. Вода начала подниматься по трубке и бить фонтанчиком (рис. 60, *б*). До какой температуры был нагрет воздух, если в баллон вошла вода, заполнившая его на 20%? Температура воздуха в классе 20 °С.

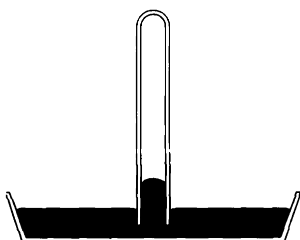


Рис. 59

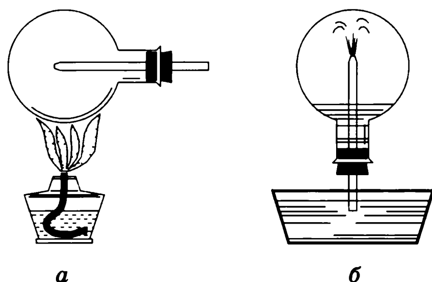


Рис. 60

529(524). При увеличении абсолютной температуры в 1,4 раза объем газа увеличился на 40 см^3. Найти первоначальный объем газа.

530(525). Температура воздуха в цилиндре (см. рис. 58) 7 °С. На сколько переместится поршень при нагревании воздуха на 20 К, если l = 14 см?

531(526). Какова была начальная температура воздуха, если при нагревании его на 3 К объем увеличился на 1% от первоначального?

532(527). Какова зависимость между плотностью газа и абсолютной температурой при изобарном процессе?

533(528). До какой температуры при нормальном атмосферном давлении надо нагреть кислород, чтобы его плотность стала равна плотности азота при нормальных условиях?

534(529). Почему аэростаты окрашивают в серебристый цвет?

535(530). Возьмите стакан (лучше тонкостенный) и поместите его в горячую воду. Вытащите его из воды и опрокиньте вверх дном на клеенку стола, слегка придавив. Через несколько минут попробуйте снять стакан с клеенки. Почему это трудно сделать?

536(531). При температуре 27 °C давление газа в закрытом сосуде было 75 кПа. Каким будет давление при температуре −13 °C?

537(532). В нерабочем состоянии при температуре 7 °C давление газа в колбе газополной электрической лампы накаливания равно 80 кПа. Найти температуру газа в горящей лампе, если давление в рабочем режиме возрастает до 100 кПа.

538(533). Давление воздуха в автомобильной камере при температуре −13 °C было 160 кПа (избыточное над атмосферным). Каким стало давление, если в результате длительного движения автомобиля воздух в камере нагрелся до 37 °C?

539(534). При какой температуре находился газ в закрытом сосуде, если при нагревании его на 140 К давление возросло в 1,5 раза?

540(535). Бутылка, наполненная газом, плотно закрыта пробкой площадью сечения 2,5 см^2. До какой температуры надо нагреть газ, чтобы пробка вылетела из бутылки, если сила трения, удерживающая пробку, 12 Н? Первоначальное давление воздуха в бутылке и наружное давление одинаковы и равны 100 кПа, а начальная температура равна −3 °C.

541*(536). Чем отличаются друг от друга графики зависимости давления от абсолютной температуры для газа, нагреваемого изохорно в двух сосудах, если: а) одинаковы массы газа, а вместимости сосудов различны; б) одинаковы вместимости сосудов, а массы газа различны?

542(537). На рисунке 61 представлены две изохоры для газа одной и той же массы. Как относятся объемы газа, если углы наклона изохор к оси абсцисс равны α_1 и α_2?

543(538). По графику, приведенному на рисунке 62, определить, как изменяется давление газа при переходе из состояния 1 в состояние 2.

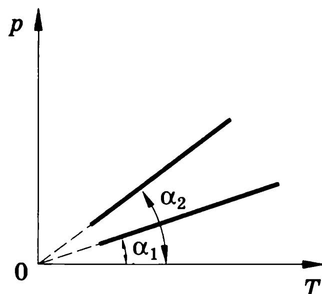


Рис. 61

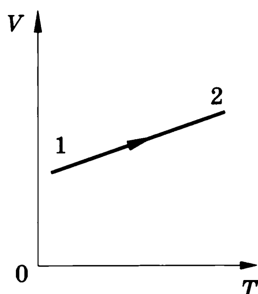


Рис. 62

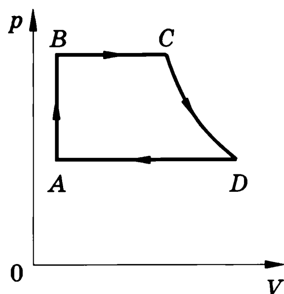


Рис. 63

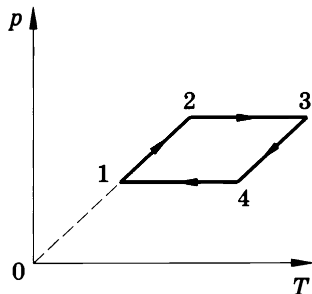


Рис. 64

544*(539). На рисунке 63 представлен замкнутый цикл. Участок *CD* соответствует изотерме. Вычертить эту диаграмму в координатах *p*, *T* и *V*, *T*.

545*(540). С газом некоторой массы был произведен замкнутый процесс, изображенный на рисунке 64. Объяснить, как изменялся объем газа при переходах 1—2, 2—3, 3—4, 4—1.

26. Насыщенные и ненасыщенные пары. Зависимость температуры кипения от давления. Влажность воздуха

546(541). Почему, если подышать себе на руку, получается ощущение тепла, а если подуть — ощущение холода?

547(542). Удельная теплота парообразования эфира значительно меньше удельной теплоты парообразования воды. Почему же смоченная эфиром рука ощущает более сильное охлаждение, чем при смачивании ее водой?

548(543). Давление водяного пара при температуре 14 °С было равно 1 кПа. Был ли этот пар насыщенным?

549(544). Плотность водяного пара при температуре 25 °С равна 23 г/м^3. Насыщенный это пар или ненасыщенный?

550(545). В закрытом сосуде вместимостью 5 л находится ненасыщенный водяной пар массой 50 мг. При какой температуре пар будет насыщенным?

551(546). В цилиндрическом сосуде под поршнем, площадь которого 10 см^2, находится вода при температуре 20 °С, причем поршень касается поверхности воды. Сколько грамм воды испарится при перемещении поршня на 15 см?

552(547). В закрытом сосуде вместимостью 2 л находится насыщенный водяной пар при 20 °С. Сколько воды образуется в сосуде при понижении температуры до 5 °С?

553(548). Плотность насыщенного пара ртути при 20 °С равна 0,02 г/м^3. Найти давление пара при этой температуре.

554(549). Давление насыщенного пара эфира при 0 °С равно 24,7 кПа, а при 40 °С — 123 кПа. Сравнить значения плотности пара при этих температурах.

555(550). Во сколько раз концентрация молекул насыщенного водяного пара при 50 °С больше, чем при 5 °С?

556(551). Трубка, один конец которой закрыт, наполнена водой и открытым концом погружена в сосуд с водой (рис. 65). Вода в сосуде и трубке нагрета до температуры кипения. Что будет происходить с водой в трубке?

557(552). Можно ли считать, что при нормальном атмосферном давлении вода, находящаяся в достаточно глубоком сосуде, кипит при 100 °С?

558(553). При каком давлении вода будет кипеть при 19 °С?

559(554). В кастрюле-скороварке вода кипит примерно при 120 °С. Кастрюля герметично закрыта крышкой, в которой имеется клапан, выпускающий пар при давлении 90—110 кПа (сверх атмосферного). Объяснить работу кастрюли.

560(555). Образующиеся белые клубы при выдохе на морозе иногда называют паром. Правильно ли это?

561(556). Почему запотевают очки, когда человек с мороза входит в комнату?

562(557). Почему в морозные дни над полыньей в реке образуется туман?

563(558). Если в комнате достаточно тепло и влажно, то при открывании зимой форточки образуются клубы тумана, которые в комнате опускаются, а на улице поднимаются. Объяснить явление.

564(559). Как по внешнему виду отличить в бане трубу с холодной водой от трубы с горячей?

565(560). Чем объяснить появление зимой инея на оконных стеклах? С какой стороны стекла он появляется?

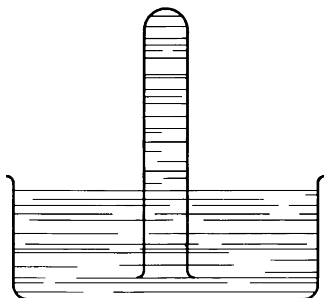


Рис. 65

566(561). Парциальное давление водяного пара в воздухе при 19 °С было 1,1 кПа. Найти относительную влажность.

567(562). В 4 $м^3$ воздуха при температуре 16 °С находится 40 г водяного пара. Найти относительную влажность[1].

568(563). Найти относительную влажность воздуха в комнате при 18 °С, если при 10 °С образуется роса.

569(564). Относительная влажность в комнате при температуре 16 °С составляет 65%. Как изменится она при понижении температуры воздуха на 4 К, если парциальное давление водяного пара останется прежним?

570(565). Относительная влажность воздуха вечером при 16 °С равна 55%. Выпадет ли роса, если ночью температура понизится до 8 °С?

571(566). Для осушки воздуха, находящегося в баллоне вместимостью 10 л, в баллон ввели кусок хлорида кальция, который поглотил 0,13 г воды. Какова была относительная влажность воздуха в баллоне, если его температура равна 20 °С?

572(567). Днем при 20 °С относительная влажность воздуха была 60%. Сколько воды в виде росы выделится из каждого кубического метра воздуха, если температура ночью понизилась до 8 °С?

573*(568). В цилиндре под поршнем находится водяной пар массой 0,4 г при температуре 290 К. Этот пар занимает объем 40 л. Как можно сделать пар насыщенным?

574(569). Сухой термометр психрометра показывает 16 °С, а влажный 8 °С. Относительная влажность, измеренная по волосному гигрометру, равна 30%. Правильны ли показания гигрометра?

575(570). Влажный термометр психрометра показывает 10 °С, а сухой 14 °С. Найти относительную влажность, парциальное давление и плотность водяного пара.

576*(571). При 4 °С показания сухого и влажного термометров психрометра одинаковы. Что покажет влажный термометр, если температура повысилась до 10 °С? если она повысилась до 16 °С? Считать, что парциальное давление водяного пара остается неизменным.

---

[1] Относительной влажностью можно считать отношение плотности водяного пара, фактически находящегося в воздухе, к плотности насыщенного пара при данной температуре.

27. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления

577(572). На одном конце соломинки выдули мыльный пузырь и поднесли другой ее конец к пламени горящей свечи. Почему пламя свечи будет отклоняться при этом в сторону?

578(573). С какой силой действует мыльная пленка на проволоку *AB* (рис. 66), если длина проволоки 3 см? Какую работу надо совершить, чтобы переместить проволоку на 2 см?

579(574). Положите на поверхность воды спичку и коснитесь воды кусочком мыла по одну сторону вблизи спички. Объяснить наблюдаемое явление. Найти силу, приводящую спичку в движение, если длина спички 4 см.

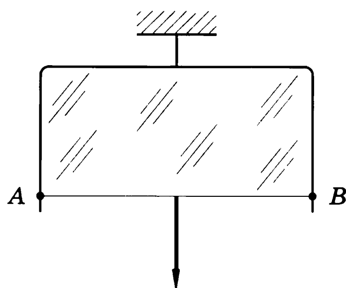


Рис. 66

580(575). Какова масса капли воды, вытекающей из пипетки, в момент отрыва, если диаметр отверстия пипетки равен 1,2 мм? Считать, что диаметр шейки капли равен диаметру отверстия пипетки.

581(н). Для определения коэффициента поверхностного натяжения воды была использована пипетка с диаметром выходного отверстия 2 мм. Масса 40 капель оказалась равной 1,9 г. Каким по этим данным получится значение коэффициента поверхностного натяжения воды?

582*(577). Из капельницы накапали равные массы сначала холодной, а затем горячей воды. Как и во сколько раз изменился коэффициент поверхностного натяжения воды, если в первом случае образовалось 40, а во втором 48 капель? Плотность воды считать оба раза одинаковой.

583(578). Тонкое проволочное кольцо *K* диаметром 34 мм, подвешенное к пружине *A* с указателем *Z*, погружают в сосуд *B* с водой (рис. 67). Отметив положение указателя на шкале *S*, медленно опускают сосуд. Пружина при этом растягивается. В момент отрыва кольца от жидкости вновь отмечают положение указателя на шкале. Какое значение коэффициента поверхностного натяжения воды получено, если пружина растянулась на 31 мм? Жесткость пружины 0,5 Н/м.

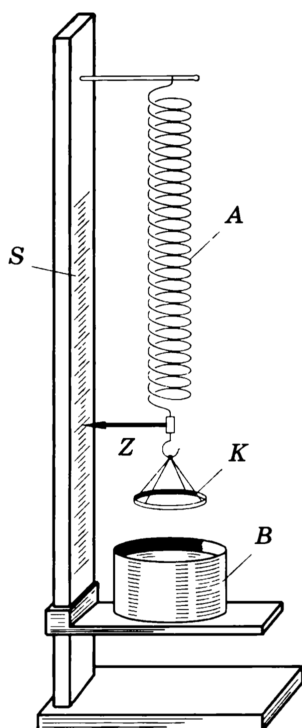


Рис. 67

584(579). Почему маленькие капли росы на листьях некоторых растений имеют форму шариков, тогда как листья других растений роса покрывает тонким слоем?

585(580). Как объяснить происхождение поговорки «Как с гуся вода»?

586(581). Почему, прежде чем покрыть штукатурку масляной краской, производят грунтовку олифой?

587(582). Резервуар одного из двух термометров психрометра обмотан полоской ткани, конец которой опущен в сосуд с водой. Почему, несмотря на непрерывное испарение воды, ткань все время остается влажной?

588*(583)[1]. Найти массу воды, поднявшейся по капиллярной трубке диаметром 0,5 мм.

589(584). На какую высоту поднимется вода между параллельными пластинками, находящимися на расстоянии 0,2 мм друг от друга?

590(585). Можно ли носить воду в решете?

591(586). Сравнить высоты поднятия воды и керосина в капиллярах равного радиуса.

592(587). Спирт поднялся в капиллярной трубке на 1,2 см. Найти радиус трубки.

593(588). В капиллярной трубке радиусом 0,5 мм жидкость поднялась на 11 мм. Найти плотность данной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения 22 мН/м.

594(589). Ртутный барометр имеет диаметр трубки 3 мм. Какую поправку в показания барометра надо внести, если учитывать капиллярное опускание ртути?

595(590). Сообщающиеся капиллярные трубки разного диаметра заполнены водой. Как изменится разность уровней воды в трубках при нагревании воды?

---

[1] В задачах 588—596 считать, что наблюдается полное смачивание.

596(591). В двух капиллярных трубках разного диаметра, опущенных в воду, установилась разность уровней 2,6 см. При опускании этих же трубок в спирт разность уровней оказалась 1 см. Зная коэффициент поверхностного натяжения воды, найти коэффициент поверхностного натяжения спирта.

28. Механические свойства твердых тел

597(592). Кубик, вырезанный из монокристалла, нагреваясь, может превратиться в параллелепипед. Почему это возможно?

598(н). Если тело обладает анизотропией, означает ли это, что оно является кристаллическим?

599(н). Почему предел упругости при сжатии больше предела упругости при растяжении?

600(595). Какого вида деформации испытывают: а) ножка скамейки; б) сиденье скамейки; в) натянутая струна гитары; г) винт мясорубки; д) сверло; е) зубья пилы?

601(596). Какого вида деформации возникают в стержне, на котором крепятся дверные петли?

602(597). Какого вида деформации возникают в перекладине, когда гимнаст делает полный оборот («солнце»)?

603(598). Для чего рама велосипеда делается из полых трубок, а не из сплошных стержней?

604(599). К закрепленной одним концом проволоке диаметром 2 мм подвешен груз массой 10 кг. Найти механическое напряжение в проволоке.

605(600). Две проволоки, диаметры которых отличаются в 3 раза, подвержены действию одинаковых растягивающих сил. Сравнить возникающие в них напряжения.

606(601). Балка длиной 5 м с площадью поперечного сечения 100 см^2 под действием сил по 10 кН, приложенных к ее концам, сжалась на 1 см. Найти относительное сжатие и механическое напряжение.

607(602). При растяжении алюминиевой проволоки длиной 2 м в ней возникло механическое напряжение 35 МПа. Найти относительное и абсолютное удлинения.

608(603). Найти механическое напряжение, возникающее в стальном тросе при его относительном удлинении 0,001.

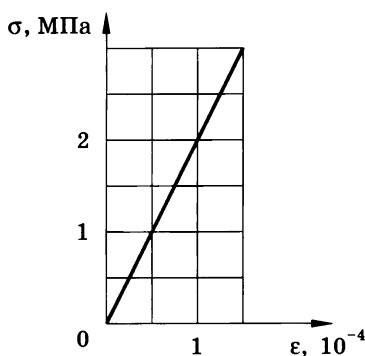


Рис. 68

609(604). Во сколько раз абсолютное удлинение латунной проволоки больше, чем стальной (такой же длины и такого же поперечного сечения), при действии на них одинаковых растягивающих сил?

610(605). К концам стальной проволоки длиной 3 м и сечением 1 мм^2 приложены растягивающие силы по 210 Н каждая. Найти абсолютное и относительное удлинения.

611(606). На рисунке 68 представлен график зависимости упругого напряжения, возникающего в бетонной свае, от ее относительного сжатия. Найти модуль упругости бетона.

612(607). Какие силы надо приложить к концам стальной проволоки длиной 4 м и сечением 0,5 мм^2 для удлинения ее на 2 мм?

613(608). Во сколько раз относительное удлинение рыболовной лесы диаметром 0,2 мм больше, чем лесы диаметром 0,4 мм, если к их концам приложены одинаковые силы?

614(609). К проволоке был подвешен груз. Затем согнули пополам и подвесили тот же груз. Сравнить абсолютное и относительное удлинения проволоки в обоих случаях.

615(610). Во сколько раз изменится абсолютное удлинение проволоки, если, не меняя нагрузку, заменить проволоку другой — из того же материала, но имеющей вдвое бо́льшую длину и в 2 раза больший диаметр?

616(611). Диаметр капроновой рыболовной лесы 0,12 мм, а разрывная нагрузка 7,5 Н. Найти предел прочности на разрыв данного сорта капрона.

617(612). Из скольких стальных проволок диаметром 2 мм должен состоять трос, рассчитанный на подъем груза массой 2 т?

618(613). При какой наименьшей длине h свинцовая проволока, подвешенная за один конец, разорвется от собственного веса?

619(614). Проволока с висящим на ней грузом массой m_1 имеет длину l_1, а при увеличении массы груза до m_2 длина становится l_2. Найти длину проволоки l_0 без нагрузки.

ГЛАВА VI

ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

29. Внутренняя энергия одноатомного газа. Работа и количество теплоты. Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс

620(615). Какова внутренняя энергия 10 моль одноатомного газа при температуре 27 °С?

621(616). На сколько изменяется внутренняя энергия гелия массой 200 г при увеличении температуры на 20 °С?

622(617). Сравнить внутренние энергии аргона и гелия при одинаковой температуре. Массы газов одинаковы.

623(618). Как изменяется внутренняя энергия одноатомного газа при изобарном нагревании? при изохорном охлаждении? при изотермическом сжатии?

624(619). Какова внутренняя энергия гелия, заполняющего аэростат объемом 60 м^3 при давлении 100 кПа?

625(620). При уменьшении объема одноатомного газа в 3,6 раза его давление увеличилось на 20%. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия?

626(621). Сравнить внутреннюю энергию газа, находящегося в открытой колбе до нагревания, с внутренней энергией газа, оставшегося в колбе после изобарного нагревания.

627(622). В вертикально расположенном цилиндре с площадью основания 1 дм^2 под поршнем массой 10 кг, скользящим без трения, находится воздух. При изобарном нагревании воздуха поршень поднялся на 20 см. Какую работу совершил воздух, если наружное давление равно 100 кПа?

628(н). Идеальный газ в количестве 4 моль изобарически нагревают при давлении $3p$ так, что его объем увеличивается в 3 раза. Затем газ изохорически охлаждают до давления p, после чего изобарически сжимают до первоначального объема и изохорически нагревают до начальной температуры $T_1 = 250$ К. Изобразить циклический процесс в координатах p,V и определить работу газа в этом процессе.

629(624). Какую работу A совершает газ, количество вещества которого ν, при изобарном повышении температуры на

ΔT? (Полученный результат можно использовать при решении последующих задач.)

630(625). В двух цилиндрах под подвижным поршнем находятся водород и кислород. Сравнить работы, которые совершают эти газы при изобарном нагревании, если их массы, а также начальные и конечные температуры равны.

631(н). Какую работу совершил воздух массой 200 г при его изобарном нагревании на 20 К? Какое количество теплоты ему при этом сообщили?

632(627). Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль, на 500 К ему сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определить работу газа и приращение его внутренней энергии.

633(628). Удельная теплоемкость азота, когда его нагревают при постоянном давлении, равна 1,05 кДж/(кг • К), а при постоянном объеме — 0,75 кДж/(кг • К). Почему эти величины имеют разные значения? Какая совершается работа при изобарном нагревании азота массой 1 кг на 1 К?

634(629). Объем кислорода массой 160 г, температура которого 27 °С, при изобарном нагревании увеличился вдвое. Найти работу газа при расширении, количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода, изменение внутренней энергии.

635(630). Во сколько раз количество теплоты, которое идет на нагревание газа при постоянном давлении, больше работы, совершаемой газом при расширении? Удельная теплоемкость газа при постоянном давлении c_p, молярная масса M.

636*(631). Найдя по таблицам значение удельной теплоемкости воздуха c_p и зная молярную массу M, вычислить, во сколько раз большее количество теплоты потребуется для изобарного нагревания, чем для изохорного. Масса воздуха и разность температур в обоих случаях одинаковы.

637(632). Какое количество теплоты Q надо сообщить одноатомному газу, количество вещества которого ν, для изобарного нагревания на ΔT? Полученный результат можно использовать при решении последующих задач.

638(633). Какая часть количества теплоты, сообщенного одноатомному газу в изобарном процессе, идет на увеличение внутренней энергии и какая часть — на совершение работы?

639(634). Доказать, что при постоянном давлении удельная теплоемкость одноатомного газа, молярная масса которо-

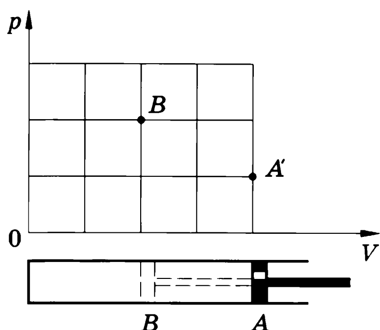


Рис. 69

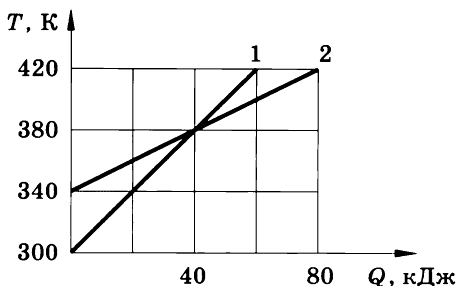


Рис. 70

го M, находится по формуле $c_p = \frac{5R}{2M}$. Найти удельную теплоемкость гелия при постоянном давлении.

640(635). Для получения газированной воды через воду пропускают сжатый углекислый газ. Почему температура воды при этом понижается?

641(636). В сосуд, на дне которого была вода, накачали воздух. Когда открыли кран и сжатый воздух вырвался наружу, сосуд заполнился водяным туманом. Почему это произошло?

642(637). Поршень перевели из положения A в положение B (рис. 69) в первом случае очень медленно, а во втором — очень быстро и выждали достаточное время. В обоих случаях точки A' и B' отражают начальное и конечное состояния. Объяснить происходящие процессы и начертить ход графиков.

30. Изменение внутренней энергии тел в процессе теплопередачи

643(638). На рисунке 70 изображены графики изменения температуры двух тел в зависимости от подводимого количества теплоты. Какова начальная и конечная температура каждого тела? Каковы их удельные теплоемкости, если масса каждого из них равна 2 кг?

644(н). Смесь из свинцовых и алюминиевых опилок с общей массой 150 г и температурой 100 °С погружена в калориметр с водой, температура которой 15 °С, а масса 230 г. Окончательная температура установилась 20 °С. Теплоемкость[1] калориметра 42 Дж/К. Сколько свинца и алюминия было в смеси?

---

[1] Теплоемкость тела C измеряется количеством теплоты, которое надо сообщить этому телу, чтобы повысить его температуру на 1 °С, и равна произведению удельной теплоемкости c вещества на массу m тела: $C = cm$.

645(640). В калориметр с теплоемкостью 63 Дж/К было налито 250 г масла при 12 °С. После опускания в масло медного тела массой 500 г при 100 °С установилась общая температура 33 °С. Какова, по данным опыта, удельная теплоемкость масла?

646(641). Для приготовления ванны вместимостью 200 л смешали холодную воду при 10 °С с горячей при 60 °С. Какие объемы той и другой воды надо взять, чтобы температура установилась 40 °С?

647*(642). После опускания в воду, имеющую температуру 10 °С, тела, нагретого до 100 °С, через некоторое время установилась общая температура 40 °С. Какой станет температура воды, если, не вынимая первого тела, в нее опустить еще одно такое же тело, нагретое до 100 °С?

648(643). Бытовой газовый водонагреватель проточного типа имеет полезную мощность 21 кВт и КПД 80%. Сколько времени будет наполняться ванна вместимостью 200 л водой, нагретой в нагревателе на 24 °С, и каков расход газа (в литрах) за это время? При сгорании 1 м^3 природного газа выделяется энергия 36 МДж.

649(644). Сравнить величину внутренней энергии воды и водяного пара одинаковой массы при температуре кипения.

650(н). Вычислить КПД газовой горелки, если на нагревание чайника с 3 л воды от 10 °С до кипения было израсходовано 60 л газа. Теплоемкость чайника 100 Дж/К, теплота сгорания газа 36 МДж/м^3.

651(646). В сосуд, содержащий 1,5 кг воды при 15 °С, впускают 200 г водяного пара при 100 °С. Какая общая температура установится в сосуде после конденсации пара?

652(647). Колбу с 600 г воды при 10 °С нагревают на спиртовке с КПД 35%. Через какое время вода закипит? Сколько воды ежесекундно обращается в пар при кипении, если в 1 мин сгорает 2 г спирта? Теплоемкость колбы 100 Дж/К.

653*(648).[1] Алюминиевый чайник массой 400 г, в котором находится 2 кг воды при 10 °С, помещают на газовую горелку с КПД 40%. Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипела, причем 20 г воды выкипело?

654(649). В сосуд, содержащий 2,8 л воды при 20 °С, бросают кусок стали массой 3 кг, нагретый до 460 °С. Вода нагре-

---

[1] В задачах 653—655; 663—665 считать, что удельная теплота парообразования не зависит от внешних условий.

вается до 60 °С, а часть ее обращается в пар. Найти массу воды, обратившейся в пар. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

655*(650). Через воду, имеющую температуру 10 °С, пропускают водяной пар при 100 °С. Сколько процентов составит масса воды, образовавшейся из пара, от массы всей воды в сосуде в момент, когда ее температура равна 50 °С?

656(651). Сравнить внутренние энергии свинца массой 600 г в твердом и жидком состояниях при температуре плавления.

657(н). До какой температуры следует нагреть алюминиевый куб, чтобы, поставленный на лед, он мог полностью в него погрузиться? Температура льда 0 °С.

658(653). Сколько дров надо сжечь в печке с КПД 40%, чтобы получить из 200 кг снега, взятого при температуре −10 °С, воду при 20 °С?

659(654). Сколько стали, взятой при 20 °С, можно расплавить в печи с КПД 50%, сжигая 2 т каменного угля?

660(655). Для определения удельной теплоты плавления олова в калориметр, содержащий 330 г воды при 7 °С, влили 350 г расплавленного олова при температуре затвердевания. После этого в калориметре, теплоемкость которого 100 Дж/К, установилась температура 32 °С. Определить по данным опыта значение удельной теплоты плавления олова.

661(656). Чтобы охладить 200 г воды, имеющей температуру 25 °С, в нее бросают взятые из холодильника брусочки льда объемом 6,4 см^3, температура которых −5 °С. Сколько надо бросить брусочков для охлаждения воды до 5 °С?

662(657). В стальной сосуд массой 300 г налили 1,5 л воды при 17 °С. В воду опустили кусок мокрого снега массой 200 г. Когда снег растаял, установилась температура 7 °С. Сколько воды было в комке снега?

663(н). Для определения удельной теплоты парообразования воды в алюминиевый калориметр массой 52 г, содержащий 250 г воды при 9 °С, ввели пар при температуре 100 °С. После его конденсации в калориметре оказалось 259 г воды с установившейся температурой 30 °С. Вычислить по этим данным удельную теплоту парообразования воды.

664*(659). В алюминиевый калориметр массой 300 г опустили кусок льда. Температура калориметра и льда −15 °С. Затем пропустили через калориметр водяной пар при 100 °С.

После того как температура смеси стала 25 °С, измерили массу смеси, она оказалась равной 500 г. Найти массу сконденсировавшегося пара и массу льда, находившегося в калориметре в начале опыта.

665(н). Сосуд содержит 2 л воды и лед при общей температуре 0 °С. После введения 380 г водяного пара при температуре 100 °С лед растаял и вся вода нагрелась до 70 °С. Сколько льда было в сосуде? Теплоемкость сосуда 57 Дж/К.

31. Изменение внутренней энергии тел в процессе совершения работы. Тепловые двигатели

666(661). При обработке детали слесарь совершил 46 движений стальным напильником, перемещая его на 8 см при каждом движении. На сколько повысилась температура напильника, если он имеет массу 100 г и на увеличение его внутренней энергии пошло 50% совершенной работы? Составляющая силы, направленная по движению напильника, равна 40 Н.

667(662). С высоты h свободно падает кусок металла, удельная теплоемкость которого c. На сколько повысилась его температура при ударе о землю, если считать, что k% механической энергии куска металла превращается во внутреннюю энергию?

668(663). Два одинаковых стальных шарика упали с одной и той же высоты. Первый упал в вязкий грунт, а второй, ударившись о камень, отскочил и был пойман рукой на некоторой высоте. Какой из шариков больше нагрелся?

669(664). Свинцовая пуля, летящая со скоростью 200 м/с, падает в земляной вал. На сколько повысилась температура пули, если 78% кинетической энергии пули превратилось во внутреннюю энергию?

670(665). Стальной осколок, падая с высоты 500 м, имел у поверхности земли скорость 50 м/с. На сколько повысилась температура осколка, если считать, что вся работа сопротивления воздуха пошла на его нагревание?

671*(666). Шарик, подвешенный на нити длиной l, отвели в положение B (рис. 71) и отпустили. После удара о стен-

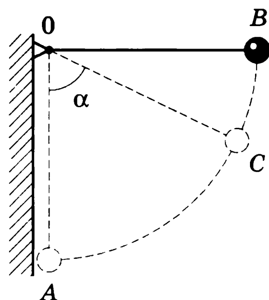


Рис. 71

ку шарик отклонился на угол α до положения C. На сколько повысилась температура шарика, если $k\%$ потерянной механической энергии перешло во внутреннюю энергию шарика? Удельную теплоемкость c вещества шарика считать известной.

672(667). Два свинцовых шара одинаковой массы движутся со скоростями v и $2v$ навстречу друг другу. Определить повышение температуры Δt шаров в результате неупругого удара.

673(668). С какой наименьшей скоростью должна лететь свинцовая дробинка, чтобы при ударе о препятствие она расплавилась? Считать, что 80% кинетической энергии превратилось во внутреннюю энергию дробинки, а температура дробинки до удара была 127 °C.

674(669). При выстреле снаряд (пуля) массой m вылетает из ствола со скоростью v. Сколько процентов от энергии, освободившейся при сгорании порохового заряда массой M, составляет кинетическая энергия снаряда (пули)?

Сделать расчеты для пушечного снаряда при m = 6,2 кг, v = 680 м/с, M = 1 кг и для пули автомата при m = 8 г, v = 700 м/с, M = 1,6 г.

675(670). Что обладает большей внутренней энергией: рабочая смесь, находящаяся в цилиндре двигателя внутреннего сгорания к концу такта сжатия (до проскакивания искры), или продукт ее горения к концу рабочего хода?

676(671). Температура нагревателя идеальной тепловой машины 117 °C, а холодильника 27 °C. Количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя за 1 с, равно 60 кДж. Вычислить КПД машины, количество теплоты, отдаваемое холодильнику в 1 с, и мощность машины.

677(672). В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определить КПД машины и температуру нагревателя, если температура холодильника 280 К.

678(н). Идеальная тепловая машина поднимает груз массой m = 400 кг. Рабочее тело машины получает от нагревателя с температурой t = 200 °C количество теплоты, равное Q_1 = 80 кДж. Определить КПД двигателя и количество теплоты, переданное холодильнику Q_2. На какую максимальную высоту H поднимет груз эта тепловая машина? Трением пре-

небречь. В качестве холодильника выступает окружающий воздух, находящийся при нормальных условиях.

679(674). Какую среднюю мощность развивает двигатель мотоцикла, если при скорости движения 108 км/ч расход бензина составляет 3,7 л на 100 км пути, а КПД двигателя 25%?

680*(675). Междугородный автобус прошел путь 80 км за 1 ч. Двигатель при этом развивал среднюю мощность 70 кВт при КПД, равном 25%. Сколько дизельного топлива, плотность которого 800 кг/м^3, сэкономил водитель в рейсе, если норма расхода горючего 40 л на 100 км пути?

681*(676). Автомобиль массой 4,6 т трогается с места на подъеме, равном 0,025, и, двигаясь равноускоренно, за 40 с проходит 200 м. Найти расход бензина (в литрах) на этом участке, если коэффициент сопротивления 0,02 и КПД равен 20%.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

ГЛАВА VII
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

32. Закон Кулона. Напряженность поля[1]

682(677). С какой силой взаимодействуют два заряда[2] по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?

683(678). На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мкКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?

684(679). Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

685(680). Одинаковые шарики массой по 0,2 г подвешены на нити так, как показано на рисунке 72. Расстояние между шариками $BC = 3$ см. Найти силу натяжения нити на участках AB и BC, если шарикам сообщили одинаковые по модулю заряды по 10 нКл. Рассмотреть случаи: а) заряды одноименные; б) заряды разноименные.

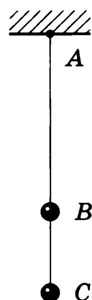


Рис. 72

686(681). Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой 0,23 мН. Найти число избыточных электронов на каждом шарике.

687(н). На нерастяжимой нити висит шарик массой 100 г, имеющий заряд 20 мкКл. Как необходимо зарядить второй шарик, который подносят снизу к первому шарику на расстояние 30 см, чтобы сила натяжения: уменьшилась вдвое; рассмотреть случай невесомости; увеличилась в 4 раза?

---

[1] В задачах этого параграфа, если нет специальных оговорок, считать заряды точечными и находящимися в вакууме (воздухе).

[2] Под кратким термином «заряд» подразумеваются заряженные тела или частицы.

688(н). Во сколько раз сила электрического отталкивания между двумя электронами больше силы их гравитационного притяжения друг к другу?

689(684). Одинаковые металлические шарики, заряженные одноименно зарядами q и $4q$, находятся на расстоянии r друг от друга. Шарики привели в соприкосновение. На какое расстояние x надо их развести, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

690(685). Заряды 10 и 16 нКл расположены на расстоянии 7 мм друг от друга. Какая сила будет действовать на заряд 2 нКл, помещенный в точку, удаленную на 3 мм от меньшего заряда и на 4 мм от большего?

691(686). Заряды $+q$ и $-q$ расположены так, как показано на рисунке 73. Заряд $\frac{q}{2}$ помещают сначала в точку C, а затем в точку D. Сравнить силы (по модулю), действующие на этот заряд, если $DA = AC = CB$.

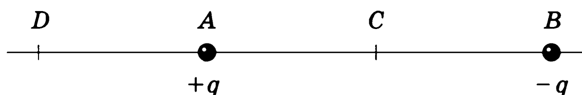


Рис. 73

692(687). Заряды 90 и 10 нКл расположены на расстоянии 4 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы силы, действующие на него со стороны других зарядов, были равны по модулю и противоположны по направлению?

693(688). В вершинах правильного шестиугольника со стороной a помещены друг за другом заряды $+q$, $+q$, $+q$, $-q$, $-q$, $-q$. Найти силу, действующую на заряд $+q$, который находится в центре шестиугольника.

694(689). Заряды 40 и −10 нКл расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Какой надо взять третий заряд и где следует его поместить, чтобы равнодействующая сил, действующих на него со стороны двух других зарядов, была бы равна нулю?

695(690). Два заряда по 25 нКл каждый, расположенные на расстоянии 24 см друг от друга, образуют электростатическое поле. С какой силой это поле действует на заряд 2 нКл, помещенный в точку, удаленную на 15 см от каждого из зарядов, если заряды, образующие поле, одноименные? разноименные?

696(691). На двух одинаковых по длине нитях, закрепленных в одной точке, подвешены два шарика. Сравнить углы отклонений нитей от вертикали, если: а) шарики, имея одинаковые массы, заряжены одноименно и заряд первого шарика больше заряда второго; б) заряды шаров одинаковы, а масса первого больше массы второго.

697(н). На нитях длиной 1 м, закрепленных в одной точке, подвешены два одинаковых шарика массой 2,7 г каждый. Когда шарикам сообщили одинаковые одноименные заряды, они разошлись и нити образовали угол 60°. Найти заряд каждого шарика.

698(693). В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила 0,4 мкН. Найти напряженность поля в этой точке.

699(694). Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещенный в точку, в которой напряженность электрического поля равна 2 кВ/м?

700(695). С каким ускорением движется электрон в поле напряженностью 10 кВ/м?

701(696). Найти напряженность поля заряда 36 нКл в точках, удаленных от заряда на 9 и 18 см.

702(697). В точке A (рис. 74) расположен заряд q_1, в точке B — заряд q_2. Найти проекцию на ось X вектора напряженности результирующего поля в точках C и D, если $AC = 6$ см, $CB = BD = 3$ см. Решить задачу для следующих значений зарядов: а) $q_1 = 40$ нКл, $q_2 = 10$ нКл; б) $q_1 = 40$ нКл, $q_2 = -10$ нКл; в) $q_1 = -40$ нКл, $q_2 = 10$ нКл; г) $q_1 = -40$ нКл, $q_2 = -10$ нКл.

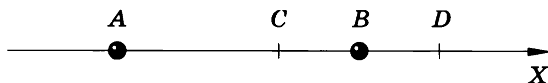


Рис. 74

703(698). Заряды по 0,1 мкКл расположены на расстоянии 6 см друг от друга. Найти напряженность поля в точке, удаленной на 5 см от каждого из зарядов. Решить эту задачу для случаев: а) оба заряда положительные; б) один заряд положительный, а другой отрицательный.

704(699). Два заряда, один из которых по модулю в 4 раза больше другого, расположены на расстоянии a друг от друга. В какой точке пространства напряженность поля равна нулю, если заряды: а) одноименные; б) разноименные?

705(700). В однородном поле напряженностью 40 кВ/м находится заряд 27 нКл. Найти напряженность результирующего поля на расстоянии 9 см от заряда в точках, лежащих: а) на силовой линии однородного поля, проходящей через заряд; б) на прямой, проходящей через заряд и перпендикулярной силовым линиям.

706(701). При внесении заряженного металлического шарика, подвешенного на изолирующей нити, в однородное электрическое поле нить образовала с вертикалью угол 45°. На сколько уменьшится угол отклонения нити при стекании с шарика 1/10 доли его заряда? Линии напряженности поля направлены горизонтально.

707(702). В вершинах равностороннего треугольника со стороной a находятся заряды $+q$, $+q$ и $-q$. Найти напряженность поля E в центре треугольника.

708(703). Шарик массой m, несущий заряд q, падает в однородном электрическом поле напряженностью E. Линии напряженности направлены параллельно поверхности земли. Каково движение шарика? Написать уравнение траектории $y = y(x)$, направив ось X параллельно вектору напряженности, а ось Y вертикально вниз. Начальная скорость шарика равна нулю, сопротивлением воздуха пренебречь.

33. Проводники в электрическом поле. Поле заряженного шара и пластины. Диэлектрики в электрическом поле

709[1](704). На шелковой нити висит алюминиевая гильза. Необходимо определить, заряжена ли эта гильза, а если заряжена, то каков знак заряда. Предложите несколько способов.

710(705). К заряженному электрометру подносят с достаточно большого расстояния отрицательно заряженный предмет. По мере приближения предмета показания электрометра сначала уменьшаются, а с некоторого момента вновь увеличиваются. Заряд какого знака был на электрометре?

711(706). В каком случае листочек незаряженной металлической фольги с большего расстояния притянется к заря-

---

[1] В задачах 709—717 необходимо детально объяснить рассматриваемые явления с точки зрения электронной теории, сделав необходимые чертежи. Многие из этих задач желательно проверить экспериментально в классе или дома.

женной палочке: если он лежит на заземленном стальном листе или когда он находится на сухом стекле?

712(707). Сравнить силу взаимодействия двух одинаковых шаров в случае одноименных и разноименных одинаковых по модулю зарядов. Расстояние между зарядами сравнимо с их радиусом.

713(708). Как, имея заряженную палочку, зарядить два металлических шара, укрепленных на изолирующих подставках, одинаковыми по модулю и противоположными по знаку зарядами?

714(709). В однородное электрическое поле внесли металлический шар. Останется ли поле однородным вблизи поверхности шара?

715(710). К заряженному электрометру подносили: а) изолированный незаряженный проводник; б) заземленный проводник. Как изменялись показания электрометра в каждом из этих случаев?

716(711). К незаряженной алюминиевой гильзе подносят наэлектризованное тело. Можно подобрать такое расстояние, на котором гильза еще не притягивается к телу, но стоит коснуться ее пальцем, и гильза притянется. Объяснить явление.

717(712). Металлические шары, помещенные на изолирующих подставках, привели в соприкосновение и зарядили отрицательно (рис. 75). Поместив на некотором расстоянии отрицательно заряженную палочку, шар A отодвинули и палочку убрали. Доказать рассуждением, что шар A всегда заряжен отрицательно, а шар B в зависимости от расстояния BC может быть заряжен отрицательно, остаться нейтральным или зарядиться положительно.

718(713). Металлическому шару радиусом 3 см сообщили заряд 16 нКл. Найти поверхностную плотность заряда и напряженность поля в точках, удаленных от центра шара на 2 и 4 см.

719(714). Заряженный шар имеет поверхностную плотность заряда σ. Найти напряженность E поля в точке, отстоящей от поверхности шара на расстоянии, равном его диаметру.

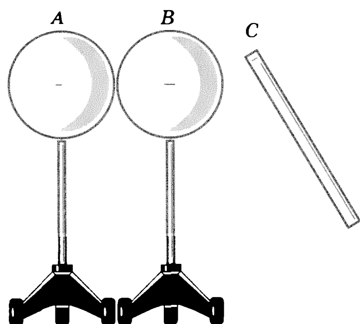


Рис. 75

720(715). Заряженный металлический лист свернули в цилиндр. Как изменилась поверхностная плотность заряда?

721(716). Найти напряженность поля заряженной бесконечной пластины, если поверхностная плотность заряда на ней равна 354 нКл/м^2.

722(717). Отклонится ли стрелка электрометра, если между его стержнем и заряженной палочкой поместить стеклянную пластину так, чтобы она не касалась ни стержня, ни палочки? если, оставив пластину, убрать палочку? если, оставив палочку, убрать пластину?

723(718). В однородном электрическом поле находятся вплотную прижатые друг к другу пластины винипласта, текстолита и слюды, расположенные так, что силовые линии перпендикулярны большим граням пластин. Напряженность поля в текстолите 60 В/м. Найти напряженность поля в винипласте, слюде, а также напряженность поля вне пластин.

724(719). Большая заряженная пластина с поверхностной плотностью заряда 40 нКл/м^2 погружена в масло. Найти напряженность поля вблизи середины пластины.

725(720). Найти значение каждого из двух одинаковых зарядов, если в масле на расстоянии 6 см друг от друга они взаимодействуют с силой 0,4 мН.

726(721). Во сколько раз надо изменить значение каждого из двух одинаковых зарядов, чтобы при погружении их в воду сила взаимодействия при неизменном расстоянии между ними была такая же, как в воздухе?

727(722). Во сколько раз надо изменить расстояние между двумя зарядами, чтобы при погружении их в керосин сила взаимодействия между ними была такая же, как в воздухе?

728(723). На расстоянии 3 см от заряда 4 нКл, находящегося в жидком диэлектрике, напряженность поля равна 20 кВ/м. Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика?

729(724). Очень маленький заряженный шарик погрузили в керосин. На каком расстоянии от шарика напряженность поля будет такая же, какая была до погружения на расстоянии 29 см?

730(725). Одинаковые шарики, подвешенные на закрепленных в одной точке нитях равной длины, зарядили одинаковыми одноименными зарядами. Шарики оттолкнулись, и

угол между нитями стал равен $\alpha = 60°$. После погружения шариков в жидкий диэлектрик угол между нитями уменьшился до $\beta = 50°$. Найти диэлектрическую проницаемость среды ε. Выталкивающей силой пренебречь.

731(726). Положительно заряженный шарик массой 0,18 г и плотностью вещества 1800 кг/м^3 находится в равновесии в жидком диэлектрике. В диэлектрике создано однородное электрическое поле, напряженность которого равна по модулю 45 кВ/м и направлена вертикально вверх. Плотность диэлектрика 900 кг/м^3. Найти заряд шарика.

34. Энергия заряженного тела в электрическом поле. Разность потенциалов. Связь между напряженностью и напряжением

732(727). Какую работу совершает электрическое поле при перемещении заряда 20 нКл из точки с потенциалом 700 В в точку с потенциалом 200 В? из точки с потенциалом −100 В в точку с потенциалом 400 В?

733(728). В однородном электрическом поле напряженностью 1 кВ/м переместили заряд −25 нКл в направлении силовой линии на 2 см. Найти работу поля, изменение потенциальной энергии заряда и напряжение между начальной и конечной точками перемещения.

734(729). При перемещении заряда между точками с разностью потенциалов 1 кВ электрическое поле совершило работу 40 мкДж. Чему равен заряд?

735(730). В однородном электрическом поле напряженностью 60 кВ/м переместили заряд 5 нКл. Перемещение, равное по модулю 20 см, образует угол 60° с направлением силовой линии. Найти работу поля, изменение потенциальной энергии взаимодействия заряда и поля и напряжение между начальной и конечной точками перемещения. Дать ответы на те же вопросы для случая перемещения отрицательного заряда.

736(731). Электрон переместился в ускоряющем электрическом поле из точки с потенциалом 200 В в точку с потенциалом 300 В. Найти кинетическую энергию электрона, изменение его потенциальной энергии и приобретенную скорость. Начальную скорость электрона считать равной нулю.

737(н). Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд 5 мкКл из бесконечности в точку поля, удаленную от центра заряженного шара на 18 см. Заряд шара 20 мкКл.

738(732). Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его скорость увеличилась от 10 до 30 Мм/с?

739(733). α-Частица ($m = 6{,}7 \cdot 10^{-27}$ кг, $q = 3{,}2 \cdot 10^{-19}$ Кл) вылетает из ядра радия со скоростью $v = 20$ Мм/с и попадает в тормозящее однородное электрическое поле, линии напряженности которого направлены противоположно направлению движения частицы. Какую разность потенциалов должна пройти частица до остановки?

740(734). Сравнить кинетические энергии и приобретенные скорости протона и α-частицы, которые прошли одинаковые ускоряющие разности потенциалов. Масса α-частицы в 4 раза больше массы протона, а заряд — в 2 раза больше.

741(735). Напряжение между двумя точками, лежащими на одной линии напряженности однородного электрического поля, равно 2 кВ. Расстояние между этими точками 10 см. Какова напряженность поля?

742(736). Точка A лежит на линии напряженности однородного поля, напряженность которого 60 кВ/м. Найти разность потенциалов между этой точкой и точкой B, расположенной в 10 см от точки A. Рассмотреть случаи, когда точки A и B лежат: а) на одной линии напряженности; б) на прямой, перпендикулярной линии напряженности; в) на прямой, направленной под углом 45° к линиям напряженности.

743(737). Найти напряжение между точками A и B (рис. 76), если $AB = 8$ см, $\alpha = 30°$ и напряженность поля $E = 50$ кВ/м.

744(738). Между двумя пластинами, расположенными горизонтально в вакууме на расстоянии 4,8 мм друг от друга, находится в равновесии отрицательно заряженная капелька масла массой 10 нг. Сколько «избыточных» электронов имеет капелька, если на пластины подано напряжение 1 кВ?

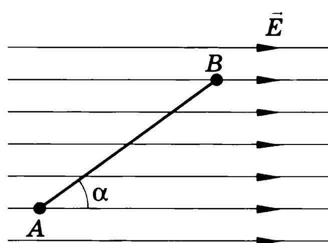


Рис. 76

745(739). К заряженному шару поднесли руку. Будет ли одинаковой поверхностная плотность заряда в различных местах шара? напряженность поля вблизи разных участков

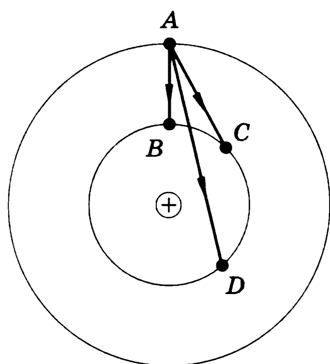


Рис. 77

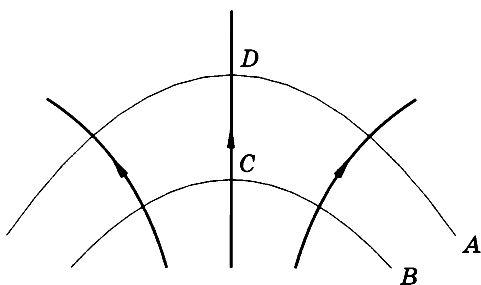


Рис. 78

поверхности шара? Будут ли одинаковы потенциалы в различных точках поверхности шара?

746(740). Сравнить значения работы поля при перемещении заряда из точки A в точки B, C, D (рис. 77).

747(741). На рисунке 78 показаны силовые линии электростатического поля и две эквипотенциальные поверхности (A и B). В какой точке, C или D, больше напряженность поля? потенциал?

748(742). На рисунке 79, *а* показано расположение трех заряженных пластин и их потенциалы. Начертить линии напряженности электрического поля. Построить графики зависимости напряженности (рис. 79, *б*) и распределения потенциала (рис. 79, *в*) от расстояния между пластинами.

749(743). На пластинах A и B, расположенных параллельно на расстоянии 8 см друг от друга, поддерживаются потенциалы +60 и −60 В соответственно. Между ними поместили заземленную пластину C на расстоянии 2 см от пластины A. На сколько изменилась напряженность поля на участках AC и CB? Построить графики зависимостей $\varphi(x)$ и $E_x(x)$, расположив ось X так же, как в предыдущей задаче.

35. Электроемкость конденсатора. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля

750(744). Площадь каждой пластины плоского конденсатора 401 см^2. Заряд пластин 1,42 мкКл. Найти напряженность поля между пластинами.

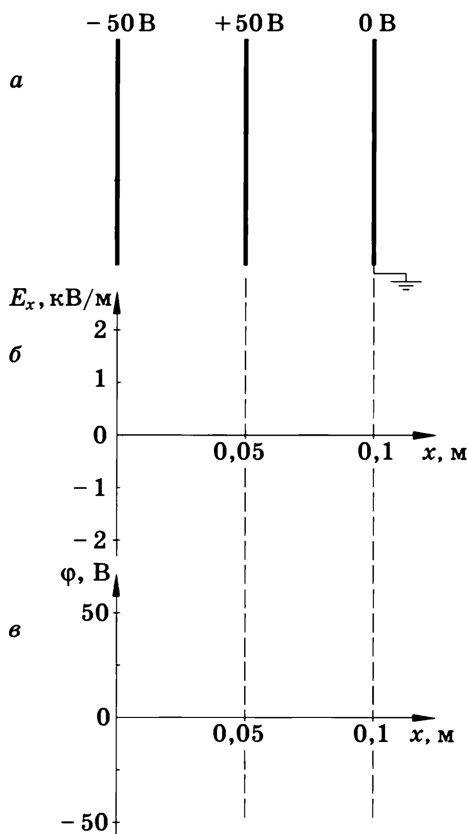


Рис. 79

751(745). Найти поверхностную плотность заряда на пластинах плоского конденсатора, разделенных слоем стекла толщиной 4 мм, если на конденсатор подано напряжение 3,8 кВ.

752(746). Емкость первого конденсатора 0,5 мкФ, а второго — 5000 пФ. Сравнить напряжения, которые надо подавать на эти конденсаторы, чтобы накопить одинаковые заряды.

753(747). Емкость одного конденсатора 200 пФ, а другого — 1 мкФ. Сравнить заряды, накопленные на этих конденсаторах при их подключении к полюсам одного и того же источника постоянного напряжения.

754(748). Какова емкость конденсатора, если при его зарядке до напряжения 1,4 кВ он получает заряд 28 нКл?

755(749). Наибольшая емкость школьного конденсатора 58 мкФ. Какой заряд он накопит при его подключении к полюсам источника постоянного напряжения 50 В?

756(750). На конденсаторе написано: 100 пФ; 300 В. Можно ли использовать этот конденсатор для накопления заряда 50 нКл?

757(751). Во сколько раз изменится емкость конденсатора при уменьшении рабочей площади пластин в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 3 раза?

758(752). Во сколько раз изменится емкость конденсатора, если в качестве прокладки между пластинами вместо бумаги, пропитанной парафином, использовать листовую слюду такой же толщины?

759(753). При введении в пространство между пластинами воздушного конденсатора твердого диэлектрика напряжение на конденсаторе уменьшилось с 400 до 50 В. Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика?

760(754). Одна из пластин школьного плоского конденсатора соединена со стержнем электрометра, а другая с заземленным корпусом. Какими способами можно показания электрометра уменьшить? увеличить?

761(н). Найти емкость плоского конденсатора, состоящего из двух круглых пластин диаметром 20 см, разделенных парафиновой прослойкой толщиной 1 мм.

762(755). Площадь каждой пластины плоского конденсатора равна 520 см^2. На каком расстоянии друг от друга надо расположить пластины в воздухе, чтобы емкость конденсатора была равна 46 пФ?

763(756). Плоский конденсатор состоит из двух пластин площадью 50 см^2 каждая. Между пластинами находится слой стекла. Какой наибольший заряд можно накопить на этом конденсаторе, если при напряженности поля 10 МВ/м в стекле происходит пробой конденсатора?

764(757). Расстояние между пластинами плоского конденсатора увеличили в 3 раза. Во сколько раз изменился заряд, напряжение между пластинами и напряженность поля, если конденсатор: а) отключен от источника напряжения; б) остается подключенным к источнику постоянного напряжения?

765(н). Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом 10 см. Между пластинами находится слой

диэлектрика толщиной 1 мм с диэлектрической проницаемостью 2,1. Заряжен конденсатор до напряжения 2,4 кВ. Найти емкость конденсатора, заряд на пластинах, энергию и плотность энергии электрического поля.

766(759). В импульсной фотовспышке лампа питается от конденсатора емкостью 800 мкФ, заряженного до напряжения 300 В. Найти энергию вспышки и среднюю мощность, если продолжительность разрядки 2,4 мс.

767(760). Во сколько раз изменится энергия конденсатора при увеличении напряжения на нем в 4 раза?

768(761). Емкость одного конденсатора в 9 раз больше емкости другого. На какой из этих конденсаторов надо подать большее напряжение, чтобы их энергия была одинаковой? во сколько раз большее?

769(762). Конденсатору емкостью 10 мкФ сообщили заряд 4 мкКл. Какова энергия заряженного конденсатора?

770(763). Площадь каждой из пластин плоского конденсатора 200 см^2, а расстояние между ними 1 см. Какова энергия поля, если напряженность поля 500 кВ/м?

771(764). Расстояние между пластинами плоского конденсатора с диэлектриком из бумаги, пропитанной парафином, равно 2 мм, а напряжение между пластинами 200 В. Найти плотность энергии поля.

772(765). Во сколько раз изменится энергия поля заряженного конденсатора, если пространство между пластинами конденсатора заполнить маслом? Рассмотреть случаи: а) конденсатор отключен от источника напряжения; б) конденсатор остается присоединенным к источнику постоянного напряжения. Ответ объяснить, пользуясь законом сохранения энергии.

773(766). Расстояние между пластинами заряженного плоского конденсатора уменьшили в 2 раза. Во сколько раз изменилась энергия и плотность энергии поля? Рассмотреть два случая: а) конденсатор отключили от источника напряжения; б) конденсатор остался присоединенным к источнику постоянного напряжения.

774(767). При увеличении напряжения, поданного на конденсатор емкостью 20 мкФ, в 2 раза энергия поля возросла на 0,3 Дж. Найти начальные значения напряжения и энергии поля.

ГЛАВА VIII

ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

36. Характеристики электрического тока и электрической цепи. Закон Ома для участка цепи и его следствия

775(н). Конденсатор емкостью 100 мкФ заряжается до напряжения 500 В за 0,5 с. Каково среднее значение силы зарядного тока?

776(768). Обмотка реостата сопротивлением 84 Ом выполнена из никелиновой проволоки с площадью поперечного сечения 1 мм^2. Какова длина проволоки?

777(769). Во сколько раз изменится сопротивление проводника (без изоляции), если его свернуть пополам и скрутить?

778(н). Определить плотность тока, протекающего по константановому проводнику длиной 5 м, при напряжении 12 В.

779(н). Медный провод длиной 5 км имеет сопротивление 12 Ом. Определить массу меди, необходимой для его изготовления.

780(771). Можно ли включить в сеть напряжением 220 В реостат, на котором написано: а) 30 Ом, 5 А; б) 2000 Ом, 0,2 А?

781(772). Какова напряженность поля в алюминиевом проводнике сечением 1,4 мм^2 при силе тока 1 А?

782(773). Участок цепи состоит из стальной проволоки длиной 2 м и площадью поперечного сечения 0,48 мм^2, соединенной последовательно с никелиновой проволокой длиной 1 м и площадью поперечного сечения 0,21 мм^2. Какое напряжение надо подвести к участку, чтобы получить силу тока 0,6 А?

783(774). На рисунке 80 представлен график падения напряжения на трех последовательно соединенных проводниках одинаковой длины. Каково соотношение сопротивлений этих проводников?

784(775). Цепь состоит из трех последовательно соединенных проводников, подключенных к источнику напряжением 24 В. Сопротивление первого проводника 4 Ом, второго 6 Ом, и напряжение на концах третьего проводника 4 В. Най-

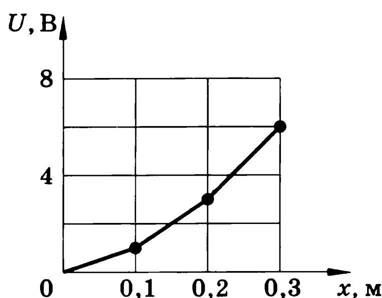


Рис. 80

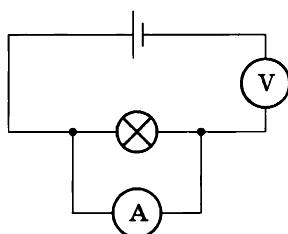


Рис. 81

ти силу тока в цепи, сопротивление третьего проводника и напряжения на концах первого и второго проводников.

785(776). Электрическую лампу сопротивлением 240 Ом, рассчитанную на напряжение 120 В, надо питать от сети напряжением 220 В. Какой длины нихромовый проводник с площадью поперечного сечения 0,55 мм^2 надо включить последовательно с лампой?

786(777). От источника напряжением 45 В необходимо питать нагревательную спираль сопротивлением 20 Ом, рассчитанную на напряжение 30 В. Имеются три реостата, на которых написано: а) 6 Ом, 2 А; б) 30 Ом, 4 А; в) 800 Ом, 0,6 А. Какой из реостатов надо взять?

787(778). Кабель состоит из двух стальных жил площадью поперечного сечения 0,6 мм^2 каждая и четырех медных жил площадью поперечного сечения 0,85 мм^2 каждая. Каково падение напряжения на каждом километре кабеля при силе тока 0,1 А?

788(779). Определяя сопротивление лампочки карманного фонаря, учащийся ошибочно составил цепь, схема которой представлена на рисунке 81. Описать режим работы этой цепи и указать, какими приблизительно будут показания приборов, если напряжение на полюсах источника тока 2 В.

789(780). На школьном демонстрационном гальванометре (от амперметра) указаны сопротивление прибора 385 Ом и сила тока, вызывающая отклонение стрелки на одно деление, $3{,}8 \cdot 10^{-5}$ А/дел. Вся шкала имеет 10 делений. Каковы сопротивления приложенных двух шунтов, делающих прибор амперметром с пределами измерения 3 и 10 А?

790(781). На школьном гальванометре (от вольтметра) указаны сопротивление прибора 2,3 Ом и напряжение, кото-

рое надо подать, чтобы стрелка отклонилась на одно деление, $1{,}4 \cdot 10^{-3}$ В/дел. Вся шкала имеет 10 делений. Найти, каким должно быть сопротивление добавочного резистора, чтобы прибор можно было использовать в качестве вольтметра с пределом измерений 5 В; 15 В.

791(782). Гальванометр имеет сопротивление 200 Ом, и при силе тока 100 мкА стрелка отклоняется на всю шкалу. Резистор какого сопротивления надо подключить, чтобы прибор можно было использовать как вольтметр для измерения напряжения до 2 В? Шунт какого сопротивления надо подключить к этому гальванометру, чтобы его можно было использовать как миллиамперметр для измерения силы тока до 10 мА?

792(783). Какие сопротивления можно получить, имея три резистора по 6 кОм?

793(784). Сопротивление одного из последовательно включенных проводников в n раз больше сопротивления другого. Во сколько раз изменится сила тока в цепи (напряжение постоянно), если эти проводники включить параллельно?

794(785). Четыре лампы, рассчитанные на напряжение 3 В и силу тока 0,3 А, надо включить параллельно и питать от источника напряжением 5,4 В. Резистор какого сопротивления надо включить последовательно лампам?

795(786). Во сколько раз изменятся показания амперметра, если от схемы, приведенной на рисунке 82, *а*, перейти к схеме, показанной на рисунке 82, *б*? Напряжение, поданное на концы цепи, остается прежним.

796(787). Три одинаковые лампы соединены по схеме, приведенной на рисунке 83. Как будут гореть лампы при включении их в сеть с напряжением, на которое рассчитана каждая лампа? Как будет изменяться накал каждой из ламп,

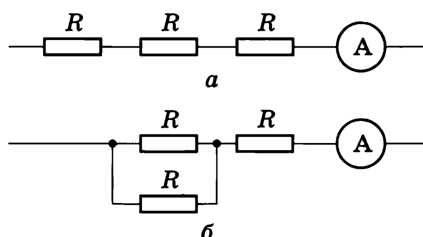


Рис. 82

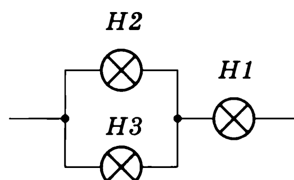


Рис. 83

если эти лампы по одной поочередно: а) выключать; б) закорачивать? При возможности проверить ответ на опыте.

797(788). К цепи, показанной на рисунке 83, подведено напряжение 90 В. Сопротивление лампы *H2* равно сопротивлению лампы *H1*, а сопротивление лампы *H3* в 4 раза больше сопротивления лампы *H1*. Сила тока, потребляемая от источника, равна 0,5 А. Найти сопротивление каждой лампы, напряжение на лампах *H1* и *H3* и силу тока в них.

798(789). Резисторы сопротивлениями $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, $R_4 = 4$ Ом (рис. 84) подключены к источнику тока в точках: а) *AB*; б) *AC*; в) *AD*; г) *BC*; д) *BD*; е) *CD*. Найти общее сопротивление цепи при каждом способе включения.

799(790). Найти силу токов и напряжения в цепи (рис. 85), если амперметр показывает 2 А, а сопротивление резисторов $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 15$ Ом, $R_4 = 4$ Ом.

800(н). В цепь (рис. 86) подано напряжение 100 В. Сопротивление каждого резистора равно 21 Ом. Найти общее сопротивление цепи, а также распределение токов и напряжений.

801*(792). Имеются источник тока напряжением 6 В, реостат сопротивлением 30 Ом и две лампочки, на которых написано: 3,5 В, 0,35 А и 2,5 В, 0,5 А. Как собрать цепь, чтобы лампочки работали в нормальном режиме?

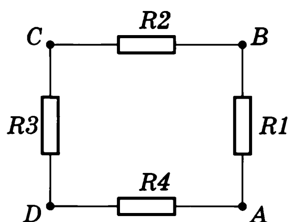


Рис. 84

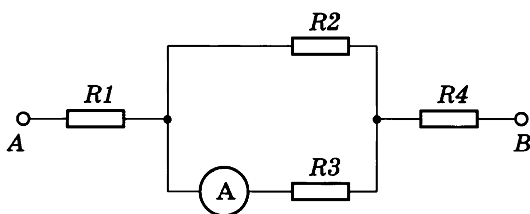


Рис. 85

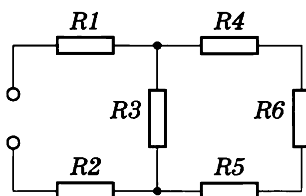


Рис. 86

37. Работа и мощность тока

802(793). На цоколе лампочки карманного фонаря написано: 3,5 В, 0,28 А. Найти сопротивление в рабочем режиме и потребляемую мощность. На баллоне сетевой лампы накаливания написано: 220 В, 60 Вт. Найти силу тока и сопротивление в рабочем режиме.

803(794). В бытовой электроплитке, рассчитанной на напряжение 220 В, имеются две спирали, сопротивление каждой из которых равно 80,7 Ом. С помощью переключателя в сеть можно включить одну спираль, две спирали последовательно или две спирали параллельно. Найти мощность в каждом случае.

804(н). Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой лампочки R_1 = 360 Ом, второй R_2 = 240 Ом. Какая из лампочек потребляет бóльшую мощность и во сколько раз?

805(796). Десять параллельно соединенных ламп сопротивлением по 0,5 кОм, рассчитанных каждая на напряжение 120 В, питаются через реостат от сети напряжением 220 В. Какова мощность электрического тока в реостате?

806(797). Объяснить, почему при последовательном включении двух ламп мощностью 40 и 100 Вт первая горит значительно ярче второй. При возможности проверьте это на опыте.

807(798). При ремонте электрической плитки спираль была укорочена на 0,1 первоначальной длины. Во сколько раз изменилась мощность плитки?

808(799). Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380 В, при этом сила тока в его обмотке равна 20 А. Каков КПД установки, если груз массой 1 т кран поднимает на высоту 19 м за 50 с?

809(н). Троллейбус массой 11 т движется равномерно со скоростью 36 км/ч. Найти силу тока в обмотке двигателя, если напряжение равно 550 В и КПД 80%. Коэффициент сопротивления движению равен 0,02.

810(801). Почему спирали электронагревательных приборов делают из материала с большим удельным сопротивлением?

811(н). Электромотор питается от сети с напряжением 220 В. Сопротивление обмотки мотора 2 Ом. Сила потребляемого тока 10 А. Найти потребляемую мощность и КПД мотора.

812(803). Какой длины надо взять никелиновую проволоку площадью поперечного сечения 0,84 мм^2, чтобы изготовить нагреватель на 220 В, при помощи которого можно было бы нагреть 2 л воды от 20 °С до кипения за 10 мин при КПД 80%?

813(н). Электрокипятильник со спиралью сопротивлением R = 160 Ом поместили в сосуд, содержащий воду массой 0,5 кг при 20 °С, и включили в сеть напряжением 220 В. Какая масса воды выкипит за 20 мин, если КПД кипятильника 80%?

38. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи

814(805). При питании лампочки от элемента с ЭДС 1,5 В сила тока в цепи равна 0,2 А. Найти работу сторонних сил в элементе за 1 мин.

815(806). К источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключен реостат, сопротивление которого 5 Ом. Найти силу тока в цепи и напряжение на зажимах источника.

816(807). Каково напряжение на полюсах источника с ЭДС, равной $\mathcal{E}$, когда сопротивление внешней части цепи равно внутреннему сопротивлению источника?

817(808). При подключении лампочки к батарее элементов с ЭДС 4,5 В вольтметр показал напряжение на лампочке 4 В, а амперметр — силу тока 0,25 А. Каково внутреннее сопротивление батареи?

818(809). При подключении электромагнита к источнику с ЭДС 30 В и внутренним сопротивлением 2 Ом напряжение на зажимах источника стало 28 В. Найти силу тока в цепи. Какую работу совершают сторонние силы источника за 5 мин? Какова работа тока во внешней и внутренней частях цепи за то же время?

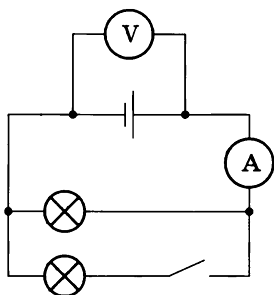


Рис. 87

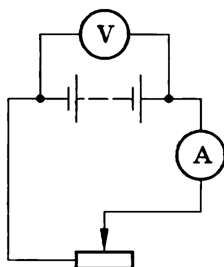


Рис. 88

819[1](810). Как изменятся показания амперметра и вольтметра (рис. 87), если замкнуть ключ?

820(811). В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключенном к элементу с ЭДС 1,1 В, сила тока равна 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

821(н). Для определения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока собрали цепь по схеме, приведенной на рисунке 88. При некотором положении скользящего контакта реостата амперметр показал 0,5 А, а вольтметр 4 В. Когда контакт переместили немного влево, амперметр стал показывать 0,9 А, а вольтметр 3,6 В. Вычислить ЭДС и внутреннее сопротивление источника.

822(813). При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 16 Ом сила тока в цепи была 1 А, а при подключении резистора сопротивлением 8 Ом сила тока стала 1,8 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи. При возможности выполните работу экспериментально, используя два резистора, сопротивления которых известны, и амперметр.

823(814). Найти внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока, если при силе тока 30 А мощность во внешней цепи равна 180 Вт, а при силе тока 10 А эта мощность равна 100 Вт.

824(815). Вольтметр, подключенный к зажимам источника тока, показал 6 В. Когда к тем же зажимам подключили резистор, вольтметр стал показывать 3 В. Что покажет вольт-

---

[1] В этой и следующих задачах данного параграфа внутренним сопротивлением источника тока нельзя пренебречь. Сопротивление вольтметра считать достаточно большим, а сопротивление амперметра — ничтожно малым.

метр, если вместо одного подключить два таких же резистора, соединенных последовательно? параллельно?

825(816). От генератора с ЭДС 40 В и внутренним сопротивлением 0,04 Ом ток поступает по медному кабелю площадью поперечного сечения 170 мм^2 к месту электросварки, удаленному от генератора на 50 м. Найти напряжение на зажимах генератора и на сварочном аппарате, если сила тока в цепи равна 200 А. Какова мощность сварочной дуги?

826(н). Генератор питает 50 ламп сопротивлением 300 Ом каждая, соединенных параллельно. Напряжение на зажимах генератора 128 В, его внутреннее сопротивление 0,1 Ом, а сопротивление подводящей линии 0,4 Ом. Найти силу тока в линии, ЭДС генератора, напряжение на лампах, полезную мощность, потерю мощности на внутреннем сопротивлении генератора и на подводящих проводах.

827(н). От генератора с ЭДС 250 В и внутренним сопротивлением 0,1 Ом необходимо протянуть к потребителю двухпроводную линию длиной 100 м. Какая масса алюминия пойдет на изготовление подводящих проводов, если максимальная мощность потребителя 22 кВт и он рассчитан на напряжение 220 В?

828(818). Лампочки, сопротивления которых 3 и 12 Ом, поочередно подключенные к некоторому источнику тока, потребляют одинаковую мощность. Найти внутреннее сопротивление источника и КПД цепи в каждом случае.

829(819). Источник тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 1 Ом питает через реостат три параллельно соединенные лампочки, рассчитанные на напряжение 6,3 В и силу тока 0,3 А. Реостат поставлен в такое положение, что лампочки работают в номинальном режиме. Одна из лампочек перегорела. Во сколько раз изменилась мощность каждой из двух оставшихся лампочек по сравнению с номинальной, если считать, что сопротивление каждой лампочки осталось прежним?

830(820). Источник тока с внутренним сопротивлением r и ЭДС $\mathcal{E}$ замкнут на три резистора с сопротивлением $3r$ каждый, соединенные последовательно. Во сколько раз изменяется сила тока в цепи, напряжение на зажимах источника и полезная мощность, если резисторы соединить параллельно?

ГЛАВА IX

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

39. Магнитное поле тока. Магнитная индукция. Магнитный поток. Закон Ампера. Сила Лоренца. Магнитные свойства веществ

831(821). В каком направлении повернется магнитная стрелка в контуре с током, как показано на рисунке 89?

832(822). Обозначить полюсы источника тока, питающего соленоид, чтобы наблюдалось указанное на рисунке 90 взаимодействие.

833(823). Максимальный вращающий момент, действующий на рамку площадью 1 см^2, находящуюся в магнитном поле, равен 2 мкН · м. Сила тока в рамке 0,5 А. Найти индукцию магнитного поля.

834(824). Рамка площадью 400 см^2 помещена в однородное магнитное поле индукцией 0,1 Тл так, что нормаль к рамке перпендикулярна линиям индукции. При какой силе тока на рамку будет действовать вращающий момент 20 мН · м?

835(825). Плоская прямоугольная катушка из 200 витков со сторонами 10 и 5 см находится в однородном магнитном поле индукцией 0,05 Тл. Какой максимальный вращающий момент может действовать на катушку в этом поле, если сила тока в катушке 2 А?

836(826). Из проволоки длиной 8 см сделаны контуры: а) квадратный; б) круговой. Найти максимальный вращающий момент, действующий на каждый контур, помещенный в магнитное поле индукцией 0,2 Тл при силе тока в контуре 4 А.

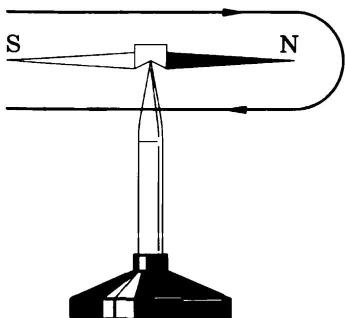
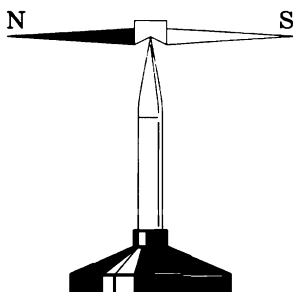


Рис. 89



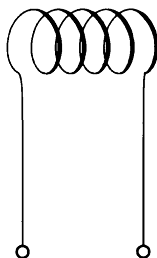


Рис. 90

837(827). Магнитный поток внутри контура, площадь поперечного сечения которого 60 см^2, равен 0,3 мВб. Найти индукцию поля внутри контура. Поле считать однородным и перпендикулярным плоскости проводника.

838(828). Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см^2 при индукции поля 0,4 Тл, если эта поверхность: а) перпендикулярна вектору индукции поля; б) расположена под углом 45° к вектору индукции; в) расположена под углом 30° к вектору индукции?

839(829). На рисунке 91 представлены различные случаи взаимодействия магнитного поля с током. Сформулировать задачу для каждого из приведенных случаев и решить ее.

840(830). Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. Проводник расположен перпендикулярно вектору индукции магнитного поля.

841(831). С какой силой действует магнитное поле индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

842(832). Сила тока в горизонтально расположенном проводнике длиной 20 см и массой 4 г равна 10 А. Найти индукцию (модуль и направление) магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы сила тяжести уравновесилась силой Ампера.

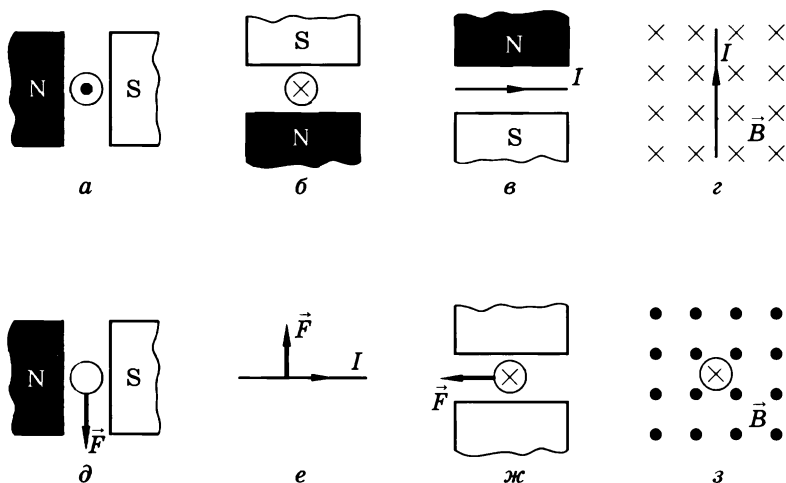


Рис. 91

843(833). Проводник ab, длина которого l и масса m, подвешен на тонких проволочках. При прохождении по нему тока I он отклонился в однородном магнитном поле (рис. 92) так, что нити образовали угол α с вертикалью. Какова индукция магнитного поля?

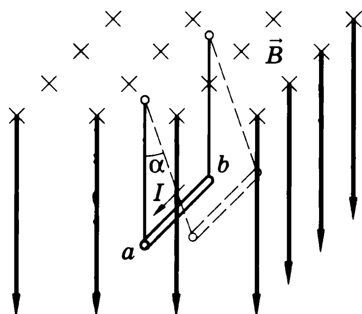


Рис. 92

844(834). В проводнике с длиной активной части 8 см сила тока равна 50 А. Он находится в однородном магнитном поле индукцией 20 мТл. Какую работу совершил источник тока, если проводник переместился на 10 см перпендикулярно линиям индукции?

845(835). В какую сторону сместится под действием магнитного поля электронный луч в вакуумной трубке, изображенной на рисунке 93?

846(836). Если к точкам C и D (рис. 94) тонкого металлического листа, по которому проходит электрический ток, подключить чувствительный гальванометр, то в случае наличия магнитного поля (направление линий магнитной индукции показано на рисунке) он покажет возникновение разности потенциалов. Объяснить причину появления разности потенциалов между точками C и D. Сравнить потенциалы этих точек.

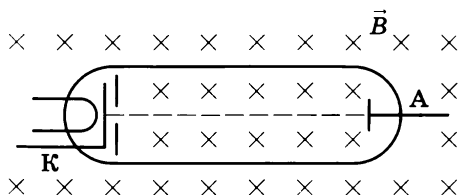


Рис. 93

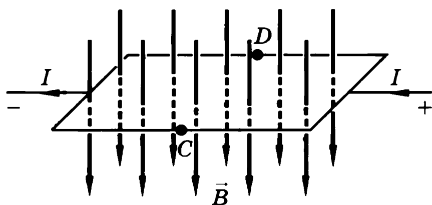


Рис. 94

847(837). Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 10 Мм/с в магнитном поле индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям индукции?

848(838). В направлении, перпендикулярном линиям индукции, влетает в магнитное поле электрон со скоростью 10 Мм/с. Найти индукцию поля, если электрон описал в поле окружность радиусом 1 см.

849(839). Протон в магнитном поле индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найти скорость протона.

850(840). В однородное магнитное поле индукцией $B = 10$ мТл перпендикулярно линиям индукции влетает электрон с кинетической энергией $W_к = 30$ кэВ. Каков радиус кривизны траектории движения электрона в поле?

851(841). Протон и α-частица[1] влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Сравнить радиусы окружностей, которые описывают частицы, если у них одинаковы: а) скорости; б) энергии.

852(842). Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией $B = 4$ мТл. Найти период T обращения электрона.

853(843). Линии напряженности однородного электрического поля и линии индукции однородного магнитного поля взаимно перпендикулярны. Напряженность электрического поля 1 кВ/м, а индукция магнитного поля 1 мТл. Какими должны быть направление и модуль скорости электрона, чтобы его движение было прямолинейным?

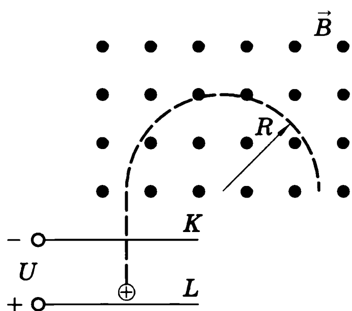


Рис. 95

854(844)*. В масс-спектрографе (рис. 95) заряженные частицы ускоряются на участке KL электрическим полем и, попав в магнитное поле индукцией B, описывают окружность радиусом R. Вывести формулу для расчета удельного заряда частицы q/m, если ускоряющее напряжение равно U. Начальную скорость частицы считать равной нулю.

---

[1] Заряд α-частицы в 2 раза больше заряда протона, а масса α-частицы в 4 раза больше его массы.

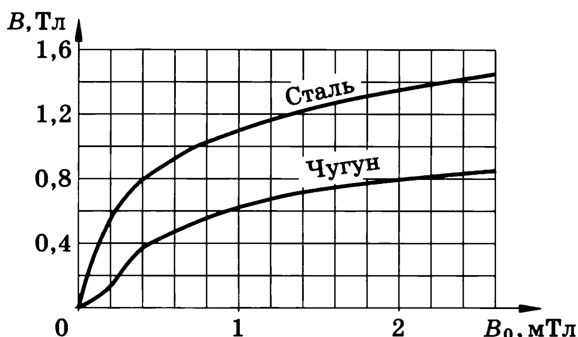


Рис. 96

855(н). Электрон, влетающий в однородное магнитное поле под углом 60° к направлению поля, движется по винтовой линии радиусом 5 см с периодом обращения 60 мкс. Какова скорость электрона, индукция магнитного поля и шаг винтовой линии?

856(846). По графику (рис. 96) определить магнитную проницаемость стали при индукции B_0 намагничивающего поля 0,4 и 1,2 мТл.

857(847). Во сколько раз изменится магнитный поток, если чугунный сердечник в соленоиде заменить стальным таких же размеров? Индукция намагничивающего поля $B_0 = 2{,}2$ мТл. Использовать рисунок 96.

858(н). Сила тока в медной ленте $I = 50$ А. Направление тока перпендикулярно сечению пластинки. Ленту помещают

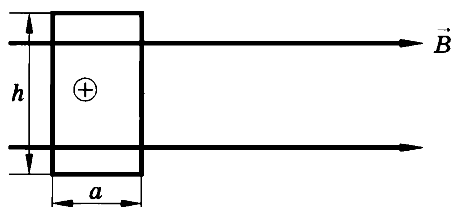


Рис. 97

в однородное магнитное поле индукцией $B = 2$ Тл, направленной так, как показано на рисунке 97. Определить напряженность электрического поля, возникающего в проводнике. Ширина ленты $a = 0{,}1$ см и высота $h = 2$ см.

ГЛАВА X

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

40. Электрический ток в металлах, полупроводниках, вакууме

859(849). Сила тока в лампочке карманного фонаря 0,32 А. Сколько электронов проходит через поперечное сечение нити накала за 0,1 с?

860(850). Найти скорость упорядоченного движения электронов в проводе площадью поперечного сечения 5 мм^2 при силе тока 10 А, если концентрация электронов проводимости $5 \cdot 10^{28}$ м$^{-3}$.

861(851). Через два медных проводника, соединенных последовательно, проходит ток. Сравнить скорость упорядоченного движения электронов, если диаметр второго проводника в 2 раза меньше, чем первого.

862(852). Найти скорость упорядоченного движения электронов v в стальном проводнике, концентрация электронов проводимости в котором $n = 10^{28}$ м$^{-3}$, при напряженности поля $E = 96$ мВ/м.

863(853). Найти скорость упорядоченного движения электронов в медном проводе площадью поперечного сечения 25 мм^2 при силе тока 50 А, считая, что на каждый атом приходится один электрон проводимости.

864(854). При какой температуре сопротивление серебряного проводника станет в 2 раза больше, чем при 0 °С?

865(855). Для определения температурного коэффициента сопротивления меди на катушку медной проволоки подавали одно и то же напряжение. При погружении этой катушки в тающий лед сила тока была 14 мА, а при опускании в кипяток сила тока стала 10 мА. Найти по этим данным температурный коэффициент сопротивления меди.

866(856). Почему электрические лампы накаливания чаще всего перегорают в момент включения?

867(857). Почему в момент включения в сеть мощного приемника (например, электрокамина) лампочки в квартире могут на мгновение чуть-чуть пригаснуть?

868(858). На сколько процентов изменится мощность, потребляемая электромагнитом, обмотка которого выполнена из медной проволоки, при изменении температуры от 0 до 30 °С?

869(859). На баллоне электрической лампы написано 220 В, 100 Вт. Для измерения сопротивления нити накала в холодном состоянии на лампу подали напряжение 2 В, при этом сила тока была 54 мА. Найти приблизительно температуру накала вольфрамовой нити.

870(860). Найти удельное сопротивление стали при 50 °С. Учтите, что в таблице 9 приложений приведены удельные сопротивления при 20 °С.

871(861). Концентрация электронов проводимости в германии при комнатной температуре $n = 3 \cdot 10^{19}$ м$^{-3}$. Какую часть составляет число электронов проводимости от общего числа атомов?

872(862). Доказать рассуждением, что соединение InAs (арсенид индия), в котором количества (в молях) индия и мышьяка одинаковы, обладает проводимостью типа собственной проводимости элементов четвертой группы (Ge, Si). Какого типа будет проводимость при увеличении концентрации индия? мышьяка?

873(863). Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технике часто применяют фосфор, галлий, мышьяк, индий, сурьму. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в германий, чтобы получить электронную проводимость?

874(864). К концам цепи, состоящей из последовательно включенных термистора и резистора сопротивлением 1 кОм, подано напряжение 20 В. При комнатной температуре сила тока в цепи была 5 мА. Когда термистор опустили в горячую воду, сила тока в цепи стала 10 мА. Во сколько раз изменилось в результате нагрева сопротивление термистора?

875(865). На рисунке 98 приведены графики зависимости силы тока, идущего через фоторезистор, от приложенного напряжения. Какой график относится к освещенному фото-

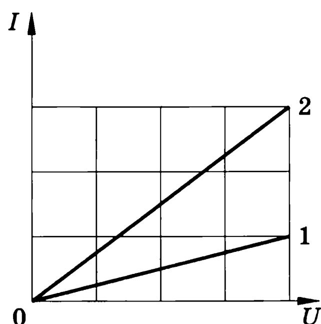


Рис. 98

резистору и какой к находящемуся в темноте? Применим ли закон Ома к данному фоторезистору и при каких условиях? Во сколько раз сопротивление освещенного фоторезистора меньше затемненного?

876(866). Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 25 кОм, включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же направлении) увеличилась в 4 раза. Каким стало сопротивление фоторезистора?

877(867). Найти сопротивление полупроводникового диода в прямом и обратном направлениях тока, если при напряжении на диоде 0,5 В сила тока 5 мА, а при напряжении 10 В сила тока 0,1 мА.

878(868). В усилителе, собранном на транзисторе по схеме с общей базой, сила тока в цепи эмиттера равна 12 мА, в цепи базы 600 мкА. Найти силу тока в цепи коллектора.

879(869). При какой наименьшей скорости электрон может вылететь из серебра?

880(870). Скорость электрона при выходе с поверхности катода, покрытого оксидом бария, уменьшилась в 2 раза. Найти скорость электрона до и после выхода из катода.

881[1](871). В вакуумном диоде электрон подходит к аноду со скоростью 8 Мм/с. Найти анодное напряжение.

882(872). В телевизионном кинескопе ускоряющее анодное напряжение равно 16 кВ, а расстояние от анода до экрана составляет 30 см. За какое время электроны проходят это расстояние?

883(873). Расстояние между катодом и анодом вакуумного диода равно 1 см. Сколько времени движется электрон от катода к аноду при анодном напряжении 440 В? Движение считать равноускоренным.

884(874). В электронно-лучевой трубке поток электронов с кинетической энергией $W_к = 8$ кэВ движется между пластинами плоского конденсатора длиной $x = 4$ см. Расстояние между пластинами $d = 2$ см. Какое напряжение надо подать на пластины конденсатора, чтобы смещение электронного пучка на выходе из конденсатора оказалось равным $y = 0,8$ см?

---

[1] В этой и последующих задачах данного параграфа, если нет специальных оговорок, считать, что начальная скорость электрона равна нулю.

885(875). В электронно-лучевой трубке поток электронов ускоряется полем с разностью потенциалов $U = 5$ кВ и попадает в пространство между вертикально отклоняющими пластинами длиной $x = 5$ см, напряженность поля между которыми $E = 40$ кВ/м. Найти вертикальное смещение y луча на выходе из пространства между пластинами.

41. Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Электрический ток в газах

886(876). Электрическую лампу включили в сеть последовательно с электролитической ванной, наполненной слабым раствором поваренной соли. Изменится ли накал лампы, если добавить в раствор еще некоторое количество соли? При возможности проверить свой ответ на опыте.

887(877). Электрический ток пропускают через электролитическую ванну, наполненную раствором медного купороса. Угольные электроды погружены в раствор приблизительно на половину своей длины. Как изменится масса меди, выделяющейся на катоде за один и тот же небольшой промежуток времени, если: а) заменить угольный анод медным такой же формы и объема; б) заменить угольный катод медным; в) увеличить напряжение на электродах; г) долить электролит той же концентрации; д) увеличить концентрацию раствора; е) сблизить электроды; ж) уменьшить погруженную часть анода; з) уменьшить погруженную часть катода; и) нагреть раствор электролита? При возможности проверить сделанные выводы на опыте (о массе выделяющейся меди можно судить по показаниям амперметра).

888(878). Две одинаковые электролитические ванны (A и B) наполнены раствором медного купороса. Концентрация раствора в ванне A больше, чем в ванне B. В какой из ванн выделится больше меди, если их соединить последовательно? параллельно?

889(н). Построить график зависимости $i(t)$ и определить массу цинка, выделенного на катоде при электролизе водного раствора $ZnSO_4$ за 90 с, если сила тока в цепи за это время равномерно возрастала от 0 до 3 А.

890(880). При проведении опыта по определению электрохимического эквивалента меди были получены следующие данные: время прохождения тока 20 мин, сила тока 0,5 А, масса катода до опыта 70,4 г, масса после опыта 70,58 г. Какое значение электрохимического эквивалента меди было получено по этим данным?

891(881). Последовательно с электролитической ванной, заполненной солью никеля, включена ванна, в которой находится соль хрома. После размыкания цепи в первой ванне выделилось 10 г никеля. Сколько хрома выделилось во второй ванне?

892(н). Электролитическое серебрение изделия протекало при плотности тока 0,5 А/дм^2. Сколько времени потребуется для того, чтобы на изделии образовался слой серебра толщиной 70 мкм, если выход по току равен 85%?

893(883). Зная электрохимический эквивалент серебра, вычислить электрохимический эквивалент золота.

894(884). Сравнить массы трехвалентного железа и двухвалентного магния, выделенные на катодах при последовательном соединении электролитических ванн.

895(885). Какое количество вещества осядет на катоде из соли любого двухвалентного металла за 40 мин при силе тока 4 А? Проверьте решение на примере меди, электрохимический эквивалент которой найдите в таблице 10.

896(886). При электролитическом способе получения алюминия используются ванны, работающие под напряжением 5 В при силе тока 40 кА. Сколько времени потребуется для получения 1 т алюминия и каков при этом расход энергии?

897(887). Сравнить затраты электроэнергии на получение электролитическим путем одинаковых масс алюминия и меди, если по нормам напряжение на ванне при получении алюминия в 14 раз больше, чем при рафинировании меди.

898(888). Каков расход энергии на рафинирование 1 т меди, если напряжение на электролитической ванне по техническим нормам равно 0,4 В?

899(889). Сколько электроэнергии надо затратить для получения 2,5 л водорода при температуре 25 °С и давлении 100 кПа, если электролиз ведется при напряжении 5 В и КПД установки 75%?

900(890). Деталь надо покрыть слоем хрома толщиной 50 мкм. Сколько времени потребуется для покрытия, если норма плотности тока[1] при хромировании 2 кА/м^2?

901(891). В технических справочниках по применению гальваностегии приводится величина $\frac{h}{jt}$, характеризующая скорость роста толщины h покрытия при единичной плотности тока j. Доказать, что эта величина равна отношению электрохимического эквивалента k данного металла к его плотности ρ.

902(892). Используя решение предыдущей задачи, рассчитать толщину слоя, осевшего на изделие за 1 ч, при лужении (покрытие оловом) и серебрении. При лужении применяется плотность тока 1 А/дм^2, а при серебрении — 0,5 А/дм^2.

903(893). Какова сила тока насыщения при несамостоятельном газовом разряде, если ионизатор образует ежесекундно 10^9 пар ионов в одном кубическом сантиметре? Площадь каждого из двух плоских параллельных электродов 100 см^2, расстояние между ними 5 см.

904(894). При какой напряженности поля начнется самостоятельный разряд в водороде, если энергия ионизации молекул равна $2{,}5 \cdot 10^{-18}$ Дж, а средняя длина свободного пробега 5 мкм? Какую скорость имеют электроны при ударе о молекулу?

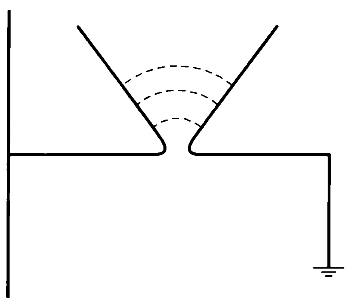
905(895). Расстояние между электродами в трубке, наполненной парами ртути, 10 см. Какова средняя длина свободного пробега электрона, если самостоятельный разряд наступает при напряжении 600 В? Энергия ионизации паров ртути $1{,}7 \cdot 10^{-18}$ Дж. Поле считать однородным.

906(896). Плоский конденсатор подключен к источнику напряжением 6 кВ. При каком расстоянии между пластинами произойдет пробой, если ударная ионизация воздуха начинается при напряженности поля 3 МВ/м?

907(897). Если, не изменяя расстояния между разрядниками электрофорной машины и поддерживая примерно постоянную частоту обращения, отключить при помощи соедини-

---

[1] Плотность тока j выражается отношением силы тока I к площади S поперечного сечения проводника: $j = \frac{I}{S}$.


Рис. 99

тельного стержня конденсаторы (лейденские банки), то характер разряда существенно изменится: вместо мощной искры, проскакивающей через заметные промежутки времени, будет очень часто проскакивать слабая искра. Объяснить причину явления. При возможности проверьте на опыте.

908(898). Молния представляет собой прерывистый разряд, состоящий из отдельных импульсов длительностью примерно 1 мс. Заряд, проходящий по каналу молнии за один импульс, равен 20 Кл, а среднее напряжение на концах канала равно 2 ГВ. Какова сила тока и мощность одного импульса? Какая энергия выделяется при вспышке молнии, если она состоит из 5 разрядов?

909(899). При перенапряжении между рогами разрядника (рис. 99) возникает плазменная дуга. Почему дуга сначала возникает внизу, а затем перемещается вверх и гаснет?

910(900). Концентрация ионизованных молекул воздуха при нормальных условиях была равна $2{,}7 \cdot 10^{22}$ м$^{-3}$. Сколько процентов молекул ионизовано? Какова степень ионизации плазмы?

911(901). Оценить, при какой температуре T в воздухе будет практически полностью ионизованная плазма? Энергия ионизации молекул азота $W = 2{,}5 \cdot 10^{-18}$ Дж. Энергия ионизации кислорода меньше.

ГЛАВА XI

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

42. Электромагнитная индукция. ЭДС индукции. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля тока

912(902). На рисунке 100 представлены различные случаи электромагнитной индукции. Сформулировать и решить задачу для каждого случая.

913(903). Будет ли в рамке $ABCD$ (рис. 101) возникать индукционный ток, если рамку: а) вращать относительно неподвижного проводника с током OO', как показано на рисунке; б) вращать вокруг стороны AB; в) вращать вокруг стороны BC; г) двигать поступательно в вертикальном направлении; д) двигать поступательно в горизонтальном направлении?

914(904). Три одинаковых полосовых магнита падают в вертикальном положении одновременно с одной высоты. Первый падает свободно, второй во время падения проходит сквозь незамкнутый соленоид, третий — сквозь замкнутый соленоид. Сравнить время падения магнитов. Ответы обосновать на основании правила Ленца и закона сохранения энергии.

915(905). Определить направление индукционного тока, возникающего в витке B (рис. 102), если в цепи витка A ключ

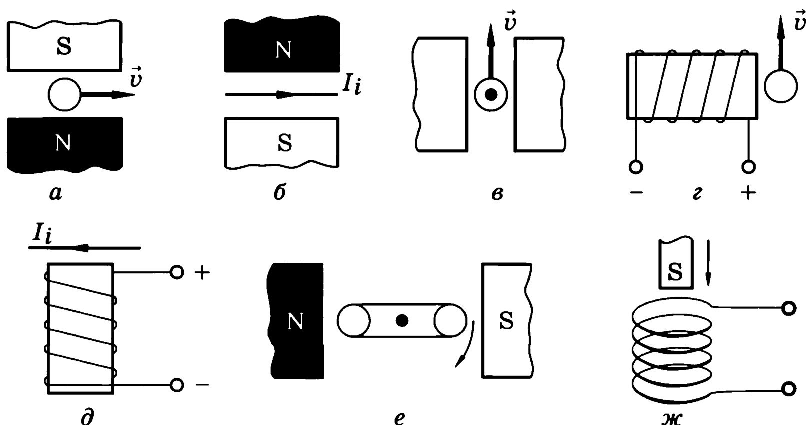


Рис. 100

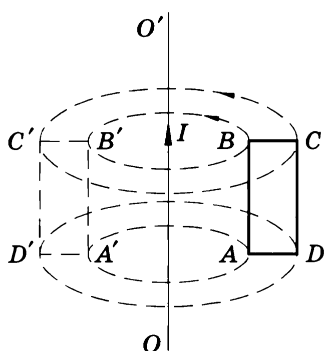


Рис. 101

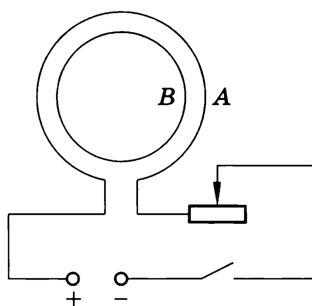


Рис. 102

замыкают и если этот ключ размыкают. Указать также направление индукционного тока, если при замкнутом ключе скользящий контакт реостата передвигают вправо или его передвигают влево.

916(906). Если вращать магнит (рис. 103), то замкнутый виток проволоки, укрепленный на оси, начинает вращаться. Объяснить явление и определить направление вращения витка.

917(907). Если клеммы двух демонстрационных гальванометров соединить проводами и затем покачиванием одного из приборов вызвать колебание его стрелки, то и у другого прибора стрелка тоже начнет колебаться. Объяснить опыт и при возможности проверить.

918(908). Почему колебания стрелки компаса быстрее затухают, если корпус прибора латунный, и медленнее, если корпус прибора пластмассовый?

919(909). Объяснить принцип торможения трамвая, когда водитель, отключив двигатель от контактной сети (рис. 104),

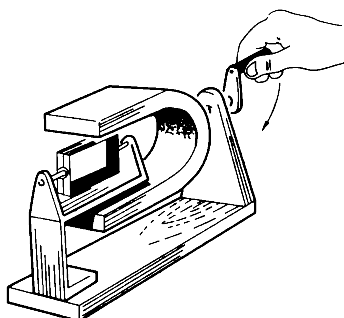


Рис. 103

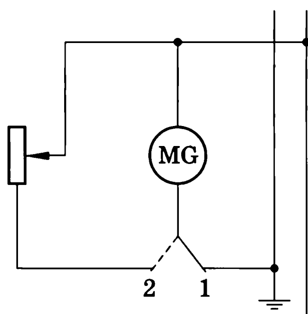


Рис. 104

переводит его в режим генератора (ключ переводится из положения 1 в положение 2). Как зависит ускорение (быстрота торможения) трамвая: а) от нагрузки (сопротивления резистора) при данной скорости движения трамвая; б) от скорости трамвая при данной нагрузке?

920(910). По какому закону должен изменяться магнитный поток в зависимости от времени, чтобы ЭДС индукции, возникающая в контуре, оставалась постоянной?

921[1](911). За 5 мс магнитный поток, пронизывающий контур, убывает с 9 до 4 мВб. Найти ЭДС индукции в контуре.

922(912). Найти скорость изменения магнитного потока в соленоиде из 2000 витков при возбуждении в нем ЭДС индукции 120 В.

923(913). Сколько витков должна содержать катушка с площадью поперечного сечения 50 см^2, чтобы при изменении магнитной индукции от 0,2 до 0,3 Тл в течение 4 мс в ней возбуждалась ЭДС 10 В?

924(914). Внутри витка радиусом 5 см магнитный поток изменился на 18,6 мВб за 5,9 мс. Найти напряженность вихревого электрического поля в витке.

925(915). Какой заряд q пройдет через поперечное сечение витка, сопротивление которого $R = 0{,}03$ Ом, при уменьшении магнитного потока внутри витка на $\Delta\Phi = 12$ мВб?

926(916). В магнитное поле индукцией $B = 0{,}1$ Тл помещен контур, выполненный в форме кругового витка радиусом $R = 3{,}4$ см. Виток сделан из медной проволоки, площадь поперечного сечения которой $S = 1$ мм^2. Нормаль к плоскости витка совпадает с линиями индукции поля. Какой заряд пройдет через поперечное сечение витка при исчезновении поля?

927(917). В витке, выполненном из алюминиевого провода длиной 10 см и площадью поперечного сечения 1,4 мм^2, скорость изменения магнитного потока 10 мВб/с. Найти силу индукционного тока.

928(918). Найти ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 0,25 м, перемещающемся в однородном магнитном поле индукцией 8 мТл со скоростью 5 м/с под углом 30° к вектору магнитной индукции.

---

[1] В этой и следующих задачах считать, что магнитный поток изменяется в зависимости от времени по линейному закону.

929(919). С какой скоростью надо перемещать проводник под углом 60° к линиям индукции магнитного поля, чтобы в проводнике возбуждалась ЭДС индукции 1 В? Индукция магнитного поля равна 0,2 Тл. Длина активной части 1 м.

930(920). Проводник MN (рис. 105) с длиной активной части 1 м и сопротивлением 2 Ом находится в однородном магнитном поле индукцией 0,1 Тл. Проводник подключен к источнику тока с ЭДС 1 В (внутренним сопротивлением источника и сопротивлением подводящих проводников пренебречь). Какова сила тока в проводнике, если: а) проводник покоится; б) проводник движется вправо со скоростью 4 м/с; в) проводник движется влево с такой же по модулю скоростью? В каком направлении и с какой скоростью надо перемещать проводник, чтобы через него не шел ток?

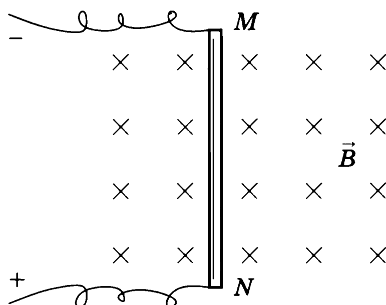


Рис. 105

931(921). Какова индуктивность контура, если при силе тока 5 А в нем возникает магнитный поток 0,5 мВб?

932(922). Какой магнитный поток возникает в контуре индуктивностью 0,2 мГн при силе тока 10 А?

933(923). Найти индуктивность проводника, в котором при равномерном изменении силы тока на 2 А в течение 0,25 с возбуждается ЭДС самоиндукции 20 мВ.

934(924). Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита индуктивностью 0,4 Гн при равномерном изменении силы тока в ней на 5 А за 0,02 с?

935(925). Почему отключение от питающей сети мощных электродвигателей производят плавно и медленно при помощи реостата?

936(926). Последовательно с катушкой школьного трансформатора, надетой на разомкнутый сердечник, включена

лампочка от карманного фонаря. В цепь подано такое напряжение, что лампочка горит в полный накал. Как изменяется яркость лампочки, если: а) сердечник замкнуть ярмом; б) некоторое время держать ярмо неподвижным; в) вынуть ярмо? При возможности проверить на опыте, положив на сердечник спичку (иначе ярмо трудно оторвать от сердечника).

937(927). В катушке индуктивностью 0,6 Гн сила тока равна 20 А. Какова энергия магнитного поля этой катушки? Как изменится энергия поля, если сила тока уменьшится вдвое?

938(928). Какой должна быть сила тока в обмотке дросселя индуктивностью 0,5 Гн, чтобы энергия поля оказалась равной 1 Дж?

939(929). Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток 0,5 Вб.

940(н). На катушке сопротивлением 8,2 Ом и индуктивностью 25 мГн поддерживается постоянное напряжение 55 В. Сколько энергии выделится при размыкании цепи? Какая средняя ЭДС самоиндукции появится при этом в катушке, если энергия будет выделяться в течение 12 мс?

941(н). За какое время в катушке с индуктивностью 240 мГн происходит возрастание силы тока от 0 до 11,4 А, если при этом возникает средняя ЭДС самоиндукции, равная 30 В? Сколько энергии выделяется за это время в катушке?

ГЛАВА XII

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

43. Превращение энергии в колебательном контуре. Гармонические колебания. Собственная частота и период колебаний[1]

942(932). Начальный заряд, сообщенный конденсатору колебательного контура, уменьшили в 2 раза. Во сколько раз изменились: а) амплитуда напряжения; б) амплитуда силы тока; в) суммарная энергия электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки?

943(933). При увеличении напряжения на конденсаторе колебательного контура на 20 В амплитуда силы тока увеличилась в 2 раза. Найти начальное напряжение.

944(934). В колебательном контуре индуктивность катушки равна 0,2 Гн, а амплитуда колебаний силы тока 40 мА. Найти энергию электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки в тот момент, когда мгновенное значение силы тока в 2 раза меньше амплитудного значения.

945(935). Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 400$ пФ и катушки индуктивностью $L = 10$ мГн. Найти амплитуду колебаний силы тока I_m, если амплитуда колебаний напряжения $U_m = 500$ В.

946(936). Амплитуда силы тока в контуре 1,4 мА, а амплитуда напряжения 280 В. Найти силу тока и напряжение в тот момент времени, когда энергия магнитного поля катушки равна энергии электрического поля конденсатора.

947(937). Катушка индуктивностью 31 мГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью каждой пластины 20 см^2 и расстоянием между ними 1 см. Чему равна диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами конденсатора, если амплитуда силы тока в контуре 0,2 мА и амплитуда напряжения 10 В?

948(н). Емкость конденсатора колебательного контура $C = 1$ мкФ, индуктивность катушки $L = 0{,}04$ Гн, амплитуда

---

[1] В задачах данного параграфа считать, что: а) колебания в контуре незатухающие; б) зависимость заряда на конденсаторе от времени задана уравнением $q = q_m \cos \omega_0 t$; в) все величины даны в СИ.

колебаний напряжения $U_m = 100$ В. В данный момент времени напряжение на конденсаторе $u = 80$ В. Найти амплитуду колебаний силы тока I_m, полную энергию W, энергию электрического поля $W_{эл}$, энергию магнитного поля $W_м$, мгновенное значение сила тока i.

949(939). Заряд q на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени t в соответствии с уравнением $q = 10^{-6} \cos 10^4 \pi t$. Записать уравнение зависимости силы тока от времени $i = i(t)$. Найти период и частоту колебаний в контуре, амплитуду колебаний заряда и амплитуду колебаний силы тока.

950(940). Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 1 мкФ и катушки индуктивностью 4 Гн. Амплитуда колебаний заряда на конденсаторе 100 мкКл. Написать уравнения $q = q(t)$, $i = i(t)$, $u = u(t)$. Найти амплитуду колебаний силы тока и напряжения.

951(941). Емкость конденсатора колебательного контура 0,4 мкФ, частота собственных колебаний 50 кГц, амплитуда колебаний заряда 8 мкКл. Написать уравнения $q = q(t)$, $u = u(t)$, $i = i(t)$. Найти амплитуду колебаний напряжения, амплитуду колебаний силы тока и индуктивность катушки.

952(942). Через какое время $\left(\text{в долях периода } \frac{t}{T}\right)$ на конденсаторе колебательного контура впервые будет заряд, равный половине амплитудного значения?

953(943). Амплитуда колебаний напряжения в контуре 100 В, частота колебаний 5 МГц. Через какое время напряжение впервые будет 71 В?

954(н). При каком значении напряжения на конденсаторе колебательного контура $\left(\text{в долях амплитудного значения } \frac{u}{U_m}\right)$ и через какое время $\left(\text{в долях периода } \frac{t}{T}\right)$ энергия электрического поля впервые будет в 3 раза больше энергии магнитного поля?

955(н). Найти период T и частоту ν колебаний в контуре, состоящем из конденсатора емкостью $C = 800$ пФ и катушки индуктивностью $L = 2$ мкГн. Во сколько раз изменится период колебаний, если в конденсатор ввести диэлектрик с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 9$?

956(946). Каков диапазон частот собственных колебаний в контуре, если его индуктивность можно изменять в пределах от 0,1 до 10 мкГн, а емкость — в пределах от 50 до 5000 пФ?

957(947). Катушку какой индуктивности надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости конденсатора 50 пФ получить частоту свободных колебаний 10 МГц?

958(948). Во сколько раз изменится частота собственных колебаний в колебательном контуре, если емкость конденсатора увеличить в 25 раз, а индуктивность катушки уменьшить в 16 раз?

959(949). При увеличении емкости конденсатора колебательного контура на 0,08 мкФ частота колебаний уменьшилась в 3 раза. Найти первоначальную емкость конденсатора. Индуктивность катушки осталась прежней.

960(н). В колебательном контуре конденсатору емкостью 10 мкФ сообщили заряд 40 мкКл, после чего в контуре возникли затухающие электромагнитные колебания. Какое количество теплоты выделится к моменту, когда максимальное напряжение на конденсаторе станет меньше начального максимального напряжения в 4 раза?

44. Переменный ток

961(951). Частоту вращения проволочной рамки в однородном магнитном поле увеличили в 3 раза. Во сколько раз изменится частота переменного тока в рамке и ЭДС индукции?

962(952). Рамка площадью 200 см^2 вращается с частотой 8 с$^{-1}$ в магнитном поле индукцией 0,4 Тл. Написать уравнения $\Phi = \Phi(t)$ и $e = e(t)$, если при $t = 0$ нормаль к плоскости рамки перпендикулярна линиям индукции поля. Найти амплитуду ЭДС индукции.

963(953). При вращении проволочной рамки в однородном магнитном поле пронизывающий рамку магнитный поток изменяется в зависимости от времени по закону $\Phi = 0{,}01 \sin 10\pi t$. Вычислив производную Φ', написать формулу зависимости ЭДС от времени $e = e(t)$. В каком положении была рамка в начале отсчета времени? Какова частота вращения рамки? Чему равны максимальные значения магнитного потока и ЭДС?

964(954). Сколько витков имеет рамка площадью 500 см^2, если при вращении ее с частотой 20 с$^{-1}$ в однородном магнитном поле индукцией 0,1 Тл амплитудное значение ЭДС равно 63 В?

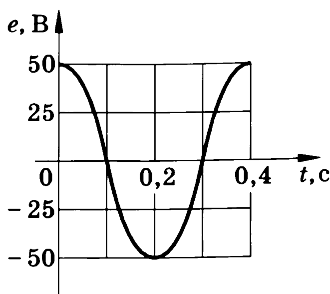


Рис. 106

965(955). Какую траекторию опишет электрон, пролетая между пластинами плоского конденсатора, на которые подано: а) постоянное напряжение; б) переменное напряжение достаточно высокой частоты?

966(956). Будет ли проходить ток через электролитическую ванну с раствором медного купороса, если ее подключить к источнику переменного напряжения? Будет ли выделяться на электродах медь?

967(957). По графику (рис. 106) найти амплитудное значение переменной ЭДС, ее период и частоту. Записать формулу изменения ЭДС со временем.

968[1](958). Какое значение принимает напряжение через 10, 15 и 30 мс, если амплитуда напряжения 200 В и период 60 мс?

969(н). Ток в цепи меняется по гармоническому закону. Мгновенное значение силы тока для фазы $\frac{\pi}{6}$ равно 6 А. Определить амплитудное и действующее значения силы тока.

970(960). На какое напряжение надо рассчитывать изоляторы линии передачи, если действующее напряжение 430 кВ?

971(961). Написать уравнения зависимости напряжения и силы тока от времени для электроплитки сопротивлением 50 Ом, включенной в сеть переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 220 В.

972(962). При каких фазах в пределах одного периода мгновенное значение напряжения равно по модулю половине амплитудного?

973*(963). Неоновая лампа начинает светить, когда напряжение на ее электродах достигает строго определенного значения. Какую часть периода будет светить лампа, если ее

---

[1] В этой и следующих задачах, если нет специальных оговорок, считать, что рассматриваемые величины изменяются в зависимости от времени и по закону косинуса и начальная фаза равна нулю.

включить в сеть, действующее значение напряжения в которой равно этому напряжению? Считать, что напряжение, при котором лампа гаснет, равно напряжению зажигания.

974(964). Конденсатор переменной емкости включен в цепь последовательно с лампочкой от карманного фонаря. Схема питается от генератора звуковой частоты ЗГ[1]. Как изменяется накал лампочки, если: а) не меняя емкости конденсатора, увеличивать частоту переменного тока; б) не меняя частоту, увеличивать емкость конденсатора?

975(965). Каково сопротивление конденсатора емкостью 4 мкФ в цепях с частотой переменного тока 50 и 400 Гц?

976(966). Конденсатор включен в цепь переменного тока стандартной частоты. Напряжение в сети 220 В. Сила тока в цепи этого конденсатора 2,5 А. Какова емкость конденсатора?

977(967). Последовательно с лампочкой карманного фонаря к ЗГ подключена катушка. Как изменится накал лампочки, если: а) не меняя частоту, поместить в катушку железный сердечник; б) уменьшить частоту?

978(968). Каково индуктивное сопротивление катушки индуктивностью 0,2 Гн при частоте тока 50 Гц? 400 Гц?

979(969). Катушка с ничтожно малым активным сопротивлением включена в цепь переменного тока с частотой 50 Гц. При напряжении 125 В сила тока равна 2,5 А. Какова индуктивность катушки?

980(970). Лампы (рис. 107) питаются от ЗГ. При некоторой частоте накал ламп одинаков. Как изменится их накал, если частоту: а) увеличить; б) уменьшить?

981(971). Цепи, изображенные на рисунке 108, питаются сначала от источника постоянного тока, а затем от источника

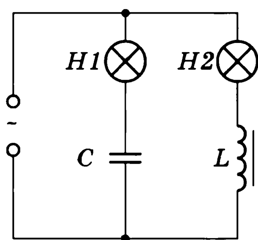


Рис. 107

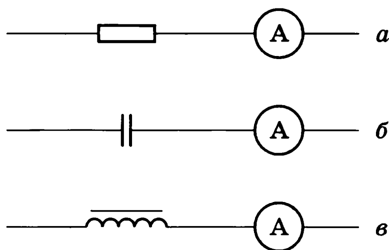


Рис. 108

[1] ЗГ — звуковой генератор — источник переменного тока, частоту которого можно плавно изменять от 20 до 20 000 Гц.

переменного тока, причем действующее значение переменного напряжения равно напряжению на полюсах источника постоянного тока. Как при этом изменялись показания амперметра?

982(972). В цепь переменного тока с частотой 400 Гц включена катушка индуктивностью 0,1 Гн. Конденсатор какой емкости надо включить в эту цепь, чтобы осуществился резонанс?

983(н). В цепь включены конденсатор емкостью 2 мкФ и катушка индуктивностью 0,005 Гн. При какой частоте тока в этой цепи будет резонанс?

984(974). Почему турбогенераторы, вырабатывающие ток стандартной частоты (50 Гц), имеют, как правило, одну пару полюсов, а гидрогенераторы — во много раз больше?

985(975). Допустимо ли, сняв катушку школьного трансформатора с сердечника, подавать на нее переменное напряжение, указанное на катушке?

986(976). Трансформатор, содержащий в первичной обмотке 840 витков, повышает напряжение с 220 до 660 В. Каков коэффициент трансформации? Сколько витков во вторичной обмотке? В какой обмотке провод имеет бóльшую площадь поперечного сечения?

987(977). Чтобы узнать, сколько витков содержится в первичной и вторичной обмотках трансформатора, на вторичную катушку намотали 11 витков провода. При включении первичной обмотки в сеть напряжением 220 В вольтметр показал, что на обмотке с 11 витками напряжение равно 4,4 В, а на вторичной обмотке — 12 В. Сколько витков в первичной и вторичной обмотках?

988(978). Понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации, равным 10, включен в сеть напряжением 220 В. Каково напряжение на выходе трансформатора, если сопротивление вторичной обмотки 0,2 Ом, а сопротивление полезной нагрузки 2 Ом?

989*(979). Трансформатор включен в сеть (рис. 109). Как изменятся показания приборов при увеличении полезной нагрузки (уменьшении сопротивления R резистора)?

990(980). Вторичная обмотка трансформатора, имеющая 99 витков, пронизывается магнитным потоком, изменяющимся со временем по закону $\Phi = 0{,}01 \sin 100\pi t$. Написать форму-

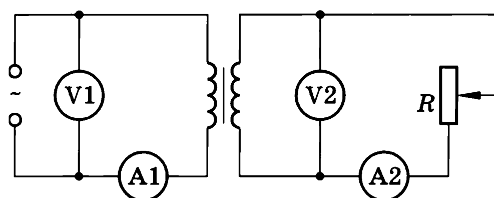


Рис. 109

лу зависимости ЭДС во вторичной обмотке от времени и найти действующее значение этой ЭДС.

991(н). Трансформатор включен в сеть с переменным напряжением $U_1 = 220$ В. Напряжение на зажимах вторичной обмотки $U_2 = 20$ В, ее сопротивление $r = 1$ Ом, сила тока во вторичной обмотке $I_2 = 2$ А. Найти коэффициент трансформации и КПД трансформатора, пренебрегая потерями в первичной обмотке и сердечнике.

ГЛАВА XIII

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

45. Электромагнитные волны и скорость их распространения. Энергия электромагнитной волны. Плотность потока излучения. Радиолокация

992(981). Можно ли выбрать такую систему отсчета, в которой индукция магнитного поля электронного пучка была бы равна нулю?

993(982). Система отсчета (см. условие предыдущей задачи) движется со скоростью, большей скорости движения электронов в пучке. Что можно сказать о направлении линий индукции поля?

994(983). Можно ли выбрать такую систему отсчета, в которой магнитная индукция поля прямого проводника с током была бы равна нулю? Что можно сказать о направлении линий индукции, если система отсчета движется со скоростью, большей скорости упорядоченного движения электронов в проводнике?

995(984). Почему при приеме радиопередач на средних и длинных волнах с приближением грозы появляются помехи?

996(985). Каков период колебаний в открытом колебательном контуре, излучающем радиоволны с длиной волны 300 м?

997(986). Радиостанция ведет передачу на частоте 75 МГц (УКВ). Найти длину волны.

998(987). В радиоприемнике один из коротковолновых диапазонов может принимать передачи, длина волны которых 24—26 м. Найти частотный диапазон.

999(988). Ручной настройкой радиоприемника мы изменяем рабочую площадь пластин воздушного конденсатора переменной емкости в приемном колебательном контуре. Как изменяется рабочая площадь пластин при переходе на прием станции, ведущей передачу на более длинных волнах?

1000(989). Катушка приемного контура радиоприемника имеет индуктивность 1 мкГн. Какова емкость конденсатора, если идет прием станции, работающей на длине волны 1000 м?

1001(н). Радиоприемник настроен на радиостанцию, работающую на длине волны 25 м. Во сколько раз нужно изменить емкость приемного колебательного контура радиоприемника, чтобы настроиться на длину волны 31 м?

1002(н). При изменении силы тока в катушке индуктивности на $\Delta I = 1$ А за время $\Delta t = 0{,}6$ с в ней индуцируется ЭДС, равная $\mathcal{E} = 0{,}2$ мВ. Какую длину будет иметь радиоволна, излучаемая генератором, колебательный контур которого состоит из этой катушки и конденсатора емкостью $C = 14{,}1$ нФ?

1003(990). В каком диапазоне длин волн работает приемник, если емкость конденсатора в его колебательном контуре можно плавно изменять от 200 до 1800 пФ, а индуктивность катушки постоянна и равна 60 мкГн?

1004(991). Сила тока в открытом колебательном контуре изменяется в зависимости от времени по закону: $i = 0{,}1 \cos 6 \cdot 10^5 \pi t$. Найти длину излучаемой волны.

1005(н). Определить длину электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, если максимальный заряд конденсатора 20 нКл, а максимальная сила тока в контуре 1 А.

1006(992). Сколько колебаний происходит в электромагнитной волне с длиной волны 300 м за время, равное периоду звуковых колебаний с частотой 2000 Гц?

1007(993). Наименьшее расстояние от Земли до Сатурна 1,2 Тм. Через какой минимальный промежуток времени может быть получена ответная информация с космического корабля, находящегося в районе Сатурна, на радиосигнал, посланный с Земли?

1008(994). Ретранслятор телевизионной программы «Орбита» установлен на спутнике связи «Радуга», который движется по круговой орбите на высоте 36 000 км над поверхностью Земли, занимая постоянное положение относительно Земли. Сколько времени распространяется сигнал от передающей станции до телевизоров системы «Орбита»?

1009(995). На каком расстоянии от антенны радиолокатора находится объект, если отраженный от него радиосигнал возвратился обратно через 200 мкс?

1010(996). На расстоянии 300 м от Останкинской телевизионной башни плотность потока излучения максимальна и равна 40 мВт/м^2. Какова плотность потока излучения на расстоянии уверенного приема, равном 120 км?

1011(997). Плотность энергии электромагнитной волны равна $4 \cdot 10^{-11}$ Дж/м^3. Найти плотность потока излучения.

1012(998). Плотность потока излучения равна 6 мВт/м^2. Найти плотность энергии электромагнитной волны.

1013[1](999). Максимальная напряженность электрического поля электромагнитной волны по санитарным нормам не должна превышать 5 В/м. Найти допустимую плотность потока электромагнитного излучения.

1014(1000). Мощность импульса радиолокационной станции 100 кВт. Найти максимальную напряженность электрического поля волны в точке, где площадь поперечного сечения конуса излучения равна 2,3 км^2.

1015(1001). Каким может быть максимальное число импульсов, посылаемых радиолокатором за 1 с, при разведывании цели, находящейся на расстоянии 30 км от него?

1016(1002). Радиолокатор работает на волне 15 см и дает 4000 импульсов в 1 с. Длительность каждого импульса 2 мкс. Сколько колебаний содержится в каждом импульсе и какова глубина разведки локатора?

1017(1003). Время горизонтальной развертки электронно-лучевой трубки радиолокатора 2 мс. Найти наибольшую глубину разведки.

1018(н). Радиолокатор работает в импульсном режиме. Частота повторения импульсов равна 1700 Гц, а длительность импульса — 0,8 мкс. Найти наибольшую и наименьшую дальность обнаружения цели данным радиолокатором.

---

[1] Плотность энергии электромагнитной волны равна удвоенной плотности энергии электростатического поля: $\omega = \varepsilon_0 \varepsilon E^2$.

ГЛАВА XIV
СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ

46. Скорость света. Законы отражения и преломления. Полное отражение

1019(1005). Сколько времени идет свет от Солнца до Земли?

1020(1006). От ближайшей звезды (α Центавра) свет доходит до Земли за 4,3 года. Каково расстояние до звезды?

1021(1007). В историческом опыте Физо по определению скорости света расстояние между колесом, имеющим $N = 720$ зубцов, и зеркалом было $l = 8633$ м. Свет исчез в первый раз при частоте обращения зубчатого колеса $\nu = 12{,}67$ с$^{-1}$. Какое значение скорости света получил Физо?

1022(1008). В 1875 г. метод Физо был использован французским физиком Корню, который, значительно увеличив частоту вращения колеса, зарегистрировал 28 последовательных исчезновений и появлений света. Какое значение скорости света получил Корню, если расстояние от колеса до зеркала было 23 000 м, число зубцов 200, а 28-е появление света наблюдалось при частоте вращения колеса 914,3 с$^{-1}$?

1023(1009). Под каким углом должен падать луч света на плоское зеркало, чтобы угол между отраженным и падающим лучами был равен 70°?

1024(1010). Изобразить два взаимно перпендикулярных зеркала AO и OB, луч CD, падающий на зеркало OB, и направления DE и EF дальнейшего хода этого луча. Доказать, что луч EF параллелен лучу CD при любом угле падения луча CD в плоскости двугранного угла.

1025(1011). Как при помощи двух плоских зеркал можно проводить наблюдения из-за укрытия? При возможности изготовьте такой прибор (зеркальный перископ).

1026(1012). Угловая высота Солнца над горизонтом $\alpha = 20°$. Как надо расположить плоское зеркало, чтобы отраженные лучи света направить: а) вертикально вверх; б) вертикально вниз?

1027(1013). Человек, стоящий на берегу озера, видит в гладкой поверхности воды изображение Солнца. Как будет пе-

ремещаться это изображение при удалении человека от озера? Солнечные лучи считать параллельными.

1028(1014). Используя условие предыдущей задачи, найти, на сколько должен человек наклониться (понизить уровень глаз), чтобы изображение Солнца в воде приблизилось к берегу на 80 см, если высота Солнца над горизонтом 25°?

1029(1015). Человек смотрится в зеркало, подвешенное вертикально. Будут ли изменяться размеры видимой в зеркале части тела человека по мере удаления его от зеркала? Ответ пояснить построением и проверить на опыте.

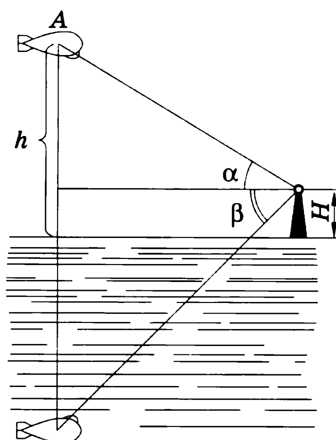


Рис. 110

1030(н). На какой высоте h находится аэростат A, если с башни высотой H он виден под углом α над горизонтом, а его изображение в озере видно под углом β под горизонтом (рис. 110)?

1031(1017). Зная скорость света в вакууме, найти скорость света в алмазе.

1032(1018). Сравнить скорость света в этиловом спирте и сероуглероде.

1033(1019). Почему, сидя у горящего костра, мы видим предметы, расположенные по другую сторону костра, колеблющимися?

1034(1020). Почему, измеряя высоту небесного тела над горизонтом, мы находим ее большей, чем она есть в действительности?

1035[1]**(1021).** Угол падения луча света на поверхность подсолнечного масла 60°, а угол преломления 36°. Найти показатель преломления масла.

1036(1022). На какой угол отклонится луч света от первоначального направления, упав под углом 45° на поверхность стекла? на поверхность алмаза?

---

[1] В этой и следующих задачах данного параграфа, если нет специальных оговорок, второй средой является воздух, показатель преломления которого считать равным 1.

1037(1023). Водолазу, находящемуся под водой, солнечные лучи кажутся падающими под углом 60° к поверхности воды. Какова угловая высота Солнца над горизонтом?

1038(1024). Луч света падает на поверхность воды под углом 40°. Под каким углом должен упасть луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления оказался таким же?

1039(1025). В каких случаях угол падения равен углу преломления?

1040(1026). Луч света переходит из воды в стекло. Угол падения равен 35°. Найти угол преломления.

1041(1027). Вода налита в аквариум прямоугольной формы. Угол падения луча света на стеклянную стенку 78,1°. Найти угол преломления луча в воде при выходе из стекла. Зависит ли ответ задачи от: а) толщины стенок; б) показателя преломления данного сорта стекла?

1042(1028). Под каким углом должен падать луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления был в 2 раза меньше угла падения?

1043(1029). Под каким углом должен упасть луч на стекло, чтобы преломленный луч оказался перпендикулярным к отраженному?

1044(н). Найти угол падения луча на поверхность воды, если известно, что он больше угла преломления на 10°.

1045(1031). Возьмите неглубокую чайную чашку, поставьте на стол и положите на ее дно монету. После этого отойдите от стола так, чтобы край чашки закрывал монету. Теперь, не меняя положения головы, попросите товарища налить в чашку воды. Монета станет снова видна. Сделайте чертеж, объясните явление.

1046(1032). На дне пустого сосуда (рис. 111) лежит зеркало. Как будет изменяться ход отраженного луча по мере заполнения сосуда водой?

1047(1033). Мальчик старается попасть палкой в предмет, находящийся на дне ручья глубиной 40 см. На каком расстоянии от предмета палка попадет в дно ручья, если мальчик, точно прицелившись, двигает палку под углом 45° к поверхности воды?

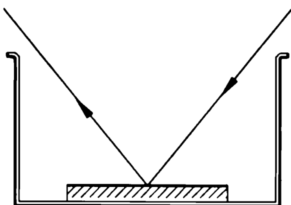


Рис. 111

1048*(1034). В дно водоема глубиной 2 м вбита свая, на 0,5 м выступаю-

щая из воды. Найти длину тени от сваи на дне водоема при угле падения лучей 70°.

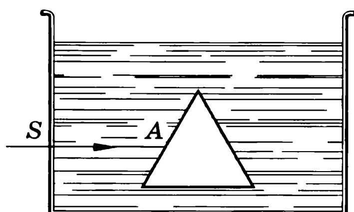


Рис. 112

1049(1035). В сосуде с водой находится полая (наполненная воздухом) призма, склеенная из стекла (рис. 112). Начертить дальнейший ход луча SA (указать лишь общий характер хода луча, не производя вычислений).

1050(1036). Луч света падает под углом 60° на стеклянную пластину толщиной 2 см с параллельными гранями. Определить смещение луча, вышедшего из пластины.

1051(1037). Найти смещение a луча света, проходящего через прозрачную пластину с параллельными гранями, в воздухе, если угол падения луча равен α, угол преломления γ, а толщина пластины d. Может ли луч, пройдя через пластину с параллельными гранями, сместиться так, чтобы расстояние между ним и его первоначальным направлением было больше толщины пластины?

1052(1038). Вечером луч света от уличного фонаря падал под некоторым углом на поверхность воды в пруду. В морозную ночь пруд стал покрываться слоем прозрачного льда, который постепенно нарастал. Как изменялся ход луча в воде? Показатель преломления льда несколько меньше, чем воды.

1053(1039). Где за ширмой (рис. 113) находится плоское зеркало, а где — треугольная стеклянная призма? Сделать пояснительные чертежи, указав ход лучей за ширмой.

1054(1040). Начертить дальнейший ход лучей, падающих в точки A и B от источника S, находящегося на дне сосуда, в который налита вода (рис. 114).

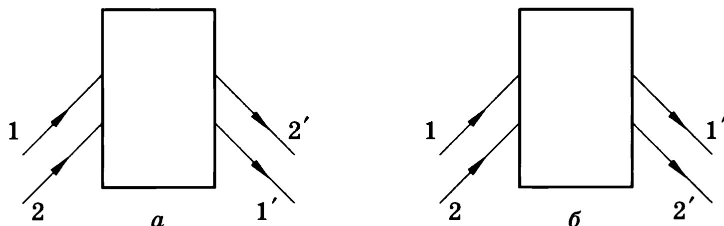


Рис. 113

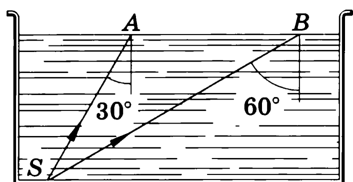


Рис. 114

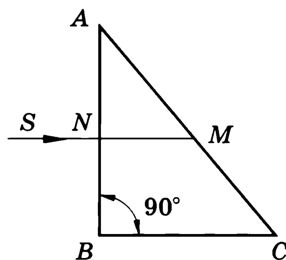


Рис. 115

1055(1041). С повышением температуры показатель преломления воды несколько уменьшается. Как при этом изменяется предельный угол полного отражения для воды?

1056(1042). Найти показатель преломления рубина, если предельный угол полного отражения для рубина равен 34°.

1057(1043). При каком наименьшем значении преломляющего угла A стеклянной призмы BAC (рис. 115) луч SM будет претерпевать полное отражение?

1058(1044). Луч света падает под углом 50° на прямую треугольную стеклянную призму с преломляющим углом 60°. Найти угол преломления луча при выходе из призмы.

1059*(1045). Луч падает перпендикулярно на боковую грань прямой стеклянной призмы, в основании которой лежит равнобедренный треугольник с углом при вершине 20°. На сколько градусов отклонится луч при выходе из призмы от своего первоначального направления, если он внутри призмы падает: а) на вторую боковую грань; б) на основание?

47. Линзы

1060(н). Из стекла требуется изготовить двояковыпуклую линзу с фокусным расстоянием 10 см. Каковы должны быть радиусы кривизны поверхностей линзы, если известно, что один из них в 1,5 раза больше другого?

1061(н). Каковы радиусы кривизны поверхностей выпукло-вогнутой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр, если один из них больше другого в 2 раза?

1062(н). На всю поверхность собирающей линзы, имеющей диаметр D и фокусное расстояние F, направлен пучок лу-

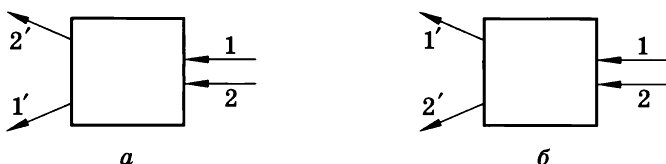


Рис. 116

чей, параллельных главной оптической оси. На каком расстоянии L от линзы надо поставить экран, чтобы на нем получился светлый круг диаметром d?

1063(н). В каком случае линза, находящаяся в ящике (рис. 116), будет собирающей и в каком — рассеивающей? Найти построением оптический центр и фокус линзы в каждом случае.

1064(н). Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получится изображение и каким оно будет?

1065(н). Предмет расположен в 25 см от собирающей линзы с радиусами кривизны поверхностей 20 см. Определить показатель преломления стекла, из которого изготовлена линза, если действительное изображение предмета получилось на расстоянии 1 м от нее.

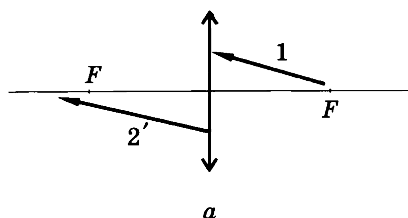
1066(н). Рассматривая предмет в собирающую линзу, его располагают на расстоянии 4 см от нее. При этом получают мнимое изображение, в 5 раз большее самого предмета. Какова оптическая сила линзы?

1067(н). Выразить линейное увеличение Γ в зависимости от фокусного расстояния линзы F и расстояния предмета от линзы d.

1068(н). На каком расстоянии от линзы с фокусным расстоянием 12 см надо поместить предмет, чтобы его действительное изображение было втрое больше самого предмета?

1069(н). На каком расстоянии перед рассеивающей линзой с оптической силой −3 дптр надо поместить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось посередине между линзой и ее мнимым фокусом?

1070(н). Определить оптическую силу рассеивающей линзы, если известно, что предмет, помещенный перед ней на



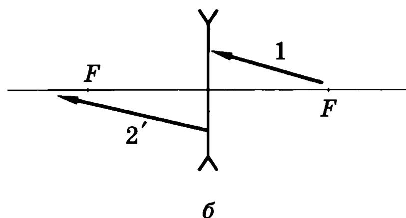


Рис. 117

расстоянии 40 см, дает мнимое изображение, уменьшенное в 4 раза.

1071(н). Предмет находится на расстоянии $4F$ от линзы. Во сколько раз его изображение на экране меньше самого предмета?

1072(н). Предмет находится перед рассеивающей линзой на расстоянии mF (где F — ее фокусное расстояние). На каком расстоянии от линзы получится мнимое изображение и во сколько раз оно будет меньше самого предмета?

1073(н). Расстояние от предмета до экрана 90 см. Где надо поместить между ними линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить на экране отчетливое изображение предмета?

1074(н). Расстояние от предмета до экрана равно 3 м. Какой оптической силы надо взять линзу и где следует ее поместить, чтобы получить изображение предмета, увеличенное в 5 раз?

1075(н). Каков ход лучей света 1 после преломления в линзах (рис. 117)? Каков ход лучей света 2 до преломления в линзах?

1076(н). На рисунке 118 показаны положение линзы, главной оптической оси, светящейся точки S и ее изображения S'. Найти построением положения главных фокусов линзы.

1077(н). На рисунке 119 показаны положения главных оптических осей OO', светящихся точек A и их изображений

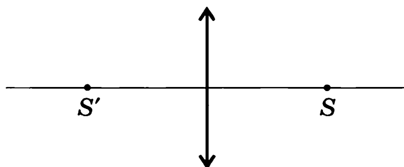


Рис. 118

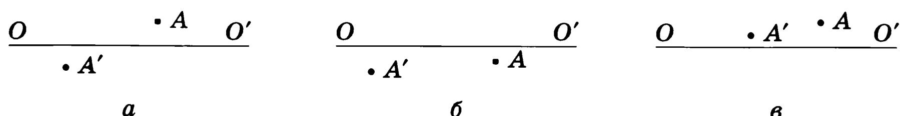


Рис. 119

A'. Какие линзы (собирающие или рассеивающие) соответствуют рисункам *а, б, в*? Найти построением положение линз и их главных фокусов.

48. Дисперсия света. Интерференция, дифракция, поляризация света

1078(1046). Какие частоты колебаний соответствуют крайним красным (λ = 0,76 мкм) и крайним фиолетовым (λ = = 0,4 мкм) лучам видимой части спектра?

1079(1047). Сколько длин волн монохроматического излучения с частотой 600 ТГц укладывается на отрезке 1 м?

1080(1048). Вода освещена красным светом, для которого длина волны в воздухе 0,7 мкм. Какой будет длина волны в воде? Какой цвет видит человек, открывший глаза под водой?

1081(1049). Для данного света длина волны в воде 0,46 мкм. Какова длина волны в воздухе?

1082(1050). Показатель преломления для красного света в стекле (тяжелый флинт) равен 1,6444, а для фиолетового — 1,6852. Найти разницу углов преломления в стекле данного сорта, если угол падения равен 80°.

1083(1051). Какими будут казаться красные буквы, если их рассматривать через зеленое стекло?

1084(1052). Через призму смотрят на большую белую стену. Будет ли эта стена окрашена в цвета спектра?

1085(1053). На черную классную доску наклеили горизонтальную полоску белой бумаги. Как окрасятся верхний и нижний края этой полоски, если на нее смотреть сквозь призму, обращенную преломляющим ребром вверх?

1086(1054). Для получения на экране *MN* (рис. 120) интерференционной картины поместили источник света *S* над поверхностью плоского зеркала *A* на малом расстоянии от него. Объяснить причину возникновения системы когерентных световых волн.

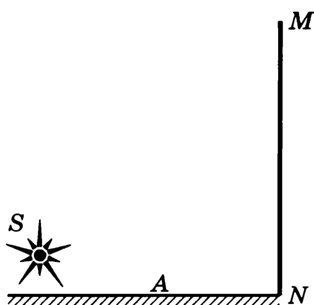


Рис. 120

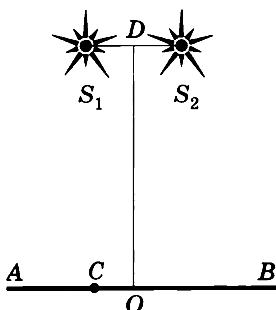


Рис. 121

1087(1055). Две когерентные световые волны приходят в некоторую точку пространства с разностью хода 2,25 мкм. Каков результат интерференции в этой точке, если свет: а) красный ($\lambda = 750$ нм); б) зеленый ($\lambda = 500$ нм)?

1088(1056). Два когерентных источника S_1 и S_2 освещают экран AB, плоскость которого параллельна направлению S_1S_2 (рис. 121). Доказать, что на экране в точке O, лежащей на перпендикуляре, опущенном на экран из середины отрезка S_1S_2, соединяющего источники, будет максимум освещенности.

1089(1057). Экран AB освещен когерентными монохроматическими источниками света S_1 и S_2 (рис. 121). Усиление или ослабление будет на экране в точке C, если: а) от источника S_2 свет приходит позже на 2,5 периода; б) от источника S_2 приходит с запозданием по фазе на 3π; в) расстояние S_2C больше расстояния S_1C на 1,5 длины волны?

1090(1058). Расстояние S_2C (рис. 121) больше расстояния S_1C на 900 нм. Что будет в точке C, если источники имеют одинаковую интенсивность и излучают свет с частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц?

1091(1059). Два когерентных источника S_1 и S_2 (рис. 121) излучают монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определить, на каком расстоянии от точки O на экране будет первый максимум освещенности, если $OD = 4$ м и $S_1S_2 = 1$ мм.

1092(1060). Как изменяется интерференционная картина на экране AB (рис. 121), если: а) не изменяя расстояния между источниками света, удалять их от экрана; б) не изменяя расстояния до экрана, сближать источники света; в) источники света будут испускать свет с меньшей длиной волны?

1093(н). В установке для наблюдения колец Ньютона используется плосковыпуклая линза с радиусом кривизны 8,6 м. При освещении установки монохроматическим светом, падающим нормально на плоскую поверхность линзы, радиус четвертого темного кольца был равен 4,5 мм. Определить длину волны света, если наблюдение велось в отраженном свете.

1094(1061). Между двумя шлифованными стеклянными пластинами попал волос, вследствие чего образовался воздушный клин. Почему в отраженном свете можно наблюдать интерференционную картину?

1095(1062). Почему при наблюдении на экране интерференционной картины от тонкой мыльной пленки, полученной на вертикально расположенном каркасе, в отраженном монохроматическом свете расстояние между интерференционными полосами в верхней части меньше, чем в нижней?

1096(1063). Почему в центральной части спектра, полученного на экране при освещении дифракционной решетки белым светом, всегда наблюдается белая полоса?

1097(1064). В школе есть дифракционные решетки, имеющие 50 и 100 штрихов на 1 мм. Какая из них даст на экране более широкий спектр при прочих равных условиях?

1098(1065). Как изменяется картина дифракционного спектра при удалении экрана от решетки?

1099(1066). Дифракционная решетка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решетку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен 8°.

1100(1067). Определить угол отклонения лучей зеленого света ($\lambda = 0{,}55$ мкм) в спектре первого порядка, полученном с помощью дифракционной решетки, период которой равен 0,02 мм.

1101(н). Линия с длиной волны $\lambda_1 = 426$ нм, полученная при помощи дифракционной решетки в спектре второго порядка, видна под углом $\varphi_1 = 4{,}9°$. Найти, под каким углом φ_2 видна линия с длиной волны $\lambda_2 = 713$ нм в спектре первого порядка.

1102[1](1069). Для определения периода решетки на нее направили световой пучок через красный светофильтр, пропускающий лучи с длиной волны 0,76 мкм. Каков период ре-

[1] В задачах 1103—1104 можно синусы углов заменить их тангенсами, так как эти углы малы.

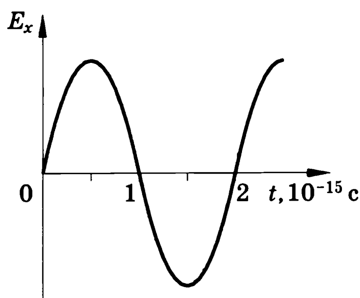


Рис. 122

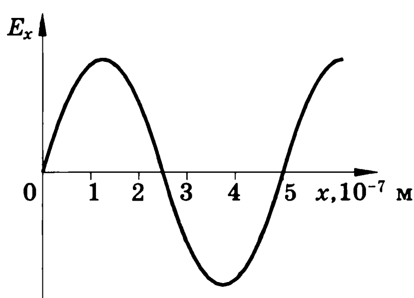


Рис. 123

шетки, если на экране, отстоящем от решетки на 1 м, расстояние между спектрами первого порядка равно 15,2 см?

1103(1070). Какова ширина всего спектра первого порядка (длины волн заключены в пределах от 0,38 до 0,76 мкм), полученного на экране, отстоящем на 3 м от дифракционной решетки с периодом 0,01 мм?

1104(1071). Свет, отраженный от поверхности воды, частично поляризован. Как убедиться в этом, имея поляроид?

1105(1072). Если смотреть на спокойную поверхность неглубокого водоема через поляроид и постепенно поворачивать его, то при некотором положении поляроида дно водоема будет лучше видно. Объяснить явление.

1106(1073). На рисунке 122 представлен график зависимости проекции напряженности электрического поля электромагнитной волны от времени для данной точки пространства (луча). Найти частоту и длину волны.

1107(1074). На рисунке 123 представлен график распределения проекции напряженности электрического поля электромагнитной волны по заданному направлению (лучу) в данный момент времени. Найти частоту колебаний.

ГЛАВА XV

ЭЛЕМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

49. Релятивистский закон сложения скоростей. Зависимость массы от скорости. Закон взаимосвязи массы и энергии

1108(1075). Сравнить время приема светового сигнала с одного расстояния, посланного с ракеты, если: а) ракета удаляется от наблюдателя; б) ракета приближается к наблюдателю.

1109(1076). Элементарная частица нейтрино движется со скоростью света c. Наблюдатель движется навстречу нейтрино со скоростью v. Какова скорость нейтрино относительно наблюдателя?

1110(1077). Две частицы, расстояние между которыми $l = 10$ м, летят навстречу друг другу со скоростями $v = 0{,}6c$[1]. Через какой промежуток времени по лабораторным часам произойдет соударение?

1111(1078). Две частицы удаляются друг от друга, имея скорость $0{,}8c$ каждая, относительно земного наблюдателя. Какова относительная скорость частиц?

1112(1080). С космического корабля, движущегося к Земле со скоростью $0{,}4c$, посылают два сигнала: световой сигнал и пучок быстрых частиц, имеющих скорость относительно корабля $0{,}8c$. В момент пуска сигналов корабль находился на расстоянии 12 Гм от Земли. Какой из сигналов и на сколько раньше будет принят на Земле?

1113(1081). Какова масса протона, летящего со скоростью $2{,}4 \cdot 10^8$ м/с? Массу покоя протона считать равной 1 а. е. м.[2]

1114(1082). Во сколько раз увеличивается масса частицы при движении со скоростью $0{,}99c$?

---

[1] Скорость указана в долях скорости света в вакууме.

[2] В атомной и ядерной физике для выражения массы пользуются специальной внесистемной единицей — атомной единицей массы (а. е. м.), равной $^1/_{12}$ массы атома углерода $\left(^{12}_{6}\mathrm{C}\right)$. 1 а. е. м. $= 1{,}66057 \cdot 10^{-27}$ кг (см. табл. 15).

1115(1083). На сколько увеличится масса α-частицы при движении со скоростью $0{,}9c$? Полагать массу покоя α-частицы равной 4 а. е. м.

1116(1084). С какой скоростью должен лететь протон ($m_0 = 1$ а. е. м.), чтобы его масса стала равна массе покоя α-частицы ($m_0 = 4$ а. е. м.)?

1117(1085). При какой скорости движения космического корабля масса продуктов питания увеличится в 2 раза? Увеличится ли вдвое время использования запаса питания?

1118(1086). Найти отношение заряда электрона к его массе при скорости движения электрона $0{,}8c$. Отношение заряда электрона к его массе покоя известно.

1119(1087). Мощность общего излучения Солнца $3{,}83 \times 10^{26}$ Вт. На сколько в связи с этим уменьшается ежесекундно масса Солнца?

1120(1088). Груз массой 18 т подъемный кран поднял на высоту 5 м. На сколько изменилась масса груза?

1121(1089). На сколько увеличится масса пружины жесткостью 10 кН/м при ее растяжении на 3 см?

1122(1090). Масса покоя космического корабля 9 т. На сколько увеличивается масса корабля при его движении со скоростью 8 км/с?

1123(н). Электрон движется со скоростью $0{,}8c$. Определить полную и кинетическую энергию электрона.

1124(н). Чайник с 2 кг воды нагрели от 10 °С до кипения. На сколько изменилась масса воды?

1125(1093). На сколько изменяется масса 1 кг льда при плавлении?

1126(н). Определить импульс протона, если его энергия равна энергии покоя α-частицы. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы приобрести такой импульс?

1127(1095). Найти кинетическую энергию электрона (в МэВ)[1], движущегося со скоростью $0{,}6c$.

1128(1096). Ускоритель Ереванского физического института позволяет получать электроны с энергией 6 ГэВ. Во сколь-

---

[1] В этой и ряде следующих задач целесообразно использовать значение энергии покоя частиц m_0c^2, выраженной в мегаэлектронвольтах (см. табл. 15).

ко раз масса таких электронов больше их массы покоя? Какова масса этих электронов (в а. е. м.)?

1129(н). Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его кинетическая энергия стала в 10 раз больше его энергии покоя? Начальную скорость электрона считать равной нулю.

1130(1098). Найти кинетическую энергию электрона, который движется с такой скоростью, что его масса увеличивается в 2 раза.

1131(1099). Найти импульс протона, движущегося со скоростью $0,8c$.

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

ГЛАВА XVI
СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ. ДЕЙСТВИЯ СВЕТА

50. Фотоэлектрический эффект. Фотон. Давление света

1132(1100). В опыте по обнаружению фотоэффекта цинковая пластина крепится на стержне электрометра, предварительно заряжается отрицательно и освещается светом электрической дуги так, чтобы лучи падали перпендикулярно плоскости пластины. Как изменится время разрядки электрометра, если: а) пластину повернуть так, чтобы лучи падали под некоторым углом; б) электрометр приблизить к источнику света; в) закрыть непрозрачным экраном часть пластины; г) увеличить освещенность; д) поставить светофильтр, задерживающий инфракрасную часть спектра; е) поставить светофильтр, задерживающий ультрафиолетовую часть спектра?

1133(1101). Как зарядить цинковую пластину, закрепленную на стержне электрометра, положительным зарядом, имея электрическую дугу, стеклянную палочку и лист бумаги? Палочкой прикасаться к пластине нельзя.

1134(1102). При какой минимальной энергии квантов произойдет фотоэффект на цинковой пластине?

1135[1](1103). При облучении алюминиевой пластины фотоэффект начинается при наименьшей частоте 1,03 ПГц. Найти работу выхода электронов из алюминия (в эВ).

1136(1104). Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для меди 282 нм. Найти работу выхода электронов из меди (в эВ).

1137(1105). Найти красную границу фотоэффекта для калия.

1138(1106). Возникнет ли фотоэффект в цинке под действием облучения, имеющего длину волны 450 нм?

---

[1] В этой и ряде следующих задач значение постоянной Планка рационально брать в электронвольт-секундах (см. табл. 15).

1139(1107). Какую максимальную кинетическую энергию имеют электроны, вырванные из оксида бария, при облучении светом частотой 1 ПГц?

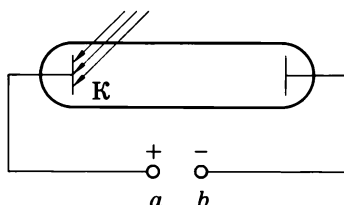


Рис. 124

1140(1108). Какую максимальную кинетическую энергию имеют фотоэлектроны при облучении железа светом с длиной волны 200 нм? Красная граница фотоэффекта для железа 288 нм.

1141(1109). Какой длины волны свет надо направить на поверхность цезия, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была 2 Мм/с?

1142(1111). Найти максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, вырванных с катода К (рис. 124), если запирающее напряжение равно 1,5 В.

1143(1112). Какова максимальная скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при запирающем напряжении 0,8 В?

1144(1113). К вакуумному фотоэлементу, у которого катод выполнен из цезия, приложено запирающее напряжение 2 В. При какой длине волны падающего на катод света появится фототок?

1145(1114). Какое запирающее напряжение надо подать на вакуумный фотоэлемент, чтобы электроны, вырванные ультрафиолетовым светом с длиной волны 100 нм из вольфрамового катода, не могли создать ток в цепи?

1146(1115). Для определения постоянной Планка была составлена цепь, представленная на рисунке 125. Когда скользящий контакт потенциометра находится в крайнем левом положении, гальванометр при освещении фотоэлемента регистрирует слабый фототок. Передвигая скользящий контакт вправо, постепенно увеличивают запирающее напряжение до тех пор, пока не прекратится фототок. При освещении фотоэлемента фиолетовым светом с частотой ν_2 = 750 ТГц запирающее напряжение $U_{з2}$ = 2 В, а при освещении красным светом с частотой ν_1 = 390 ТГц запирающее напряжение $U_{з1}$ = 0,5 В. Какое значение постоянной Планка было получено?

1147(1116). В установке, изображенной на рисунке 125, катод фотоэлемента может быть выполнен из различных мате-

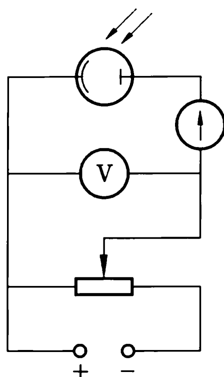


Рис. 125

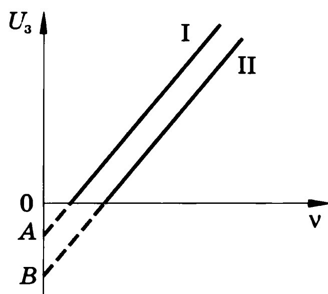


Рис. 126

риалов. На рисунке 126 представлены графики зависимости запирающего напряжения $U_з$ от частоты ν облучающего света для двух разных материалов катода. Обосновать линейность этой зависимости. Какой из материалов имеет бо́льшую работу выхода? Каков физический смысл точек A и B на графике?

1148(1117). Определить энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным (λ = 760 нм) и наиболее коротким (λ = 380 нм) волнам видимой части спектра.

1149(1118). К какому виду следует отнести излучения, энергия фотонов которых равна: а) 4140 эВ; б) 2,07 эВ?

1150(1119). Определить длину волны излучения, фотоны которого имеют такую же энергию, что и электрон, ускоренный напряжением 4 В.

1151(1120). Найти частоту и длину волны излучения, энергия фотонов которого равна энергии покоя электрона.

1152(1121). Каков импульс фотона ультрафиолетового излучения с длиной волны 100 нм?

1153(1122). Каков импульс фотона, энергия которого равна 3 эВ?

1154(1123). При какой скорости электроны будут иметь энергию, равную энергии фотонов ультрафиолетового света с длиной волны 200 нм?

1155(1125). Источник света мощностью 100 Вт испускает $5 \cdot 10^{20}$ фотонов за 1 с. Найти среднюю длину волны излучения.

1156(1126). Тренированный глаз, длительно находящийся в темноте, воспринимает свет с длиной волны 0,5 мкм при

мощности $2{,}1 \cdot 10^{-17}$ Вт. Верхний предел мощности, воспринимаемый безболезненно глазом, $2 \cdot 10^{-5}$ Вт. Сколько фотонов попадает в каждом случае на сетчатку глаза за 1 с?

1157(н). Во сколько раз возрастает световое давление, создаваемое излучением звезды, при повышении температуры ее поверхности в 2 раза?

1158(н). Перпендикулярно поверхности площадью 4 $м^2$ падает $7{,}74 \cdot 10^{22}$ фотонов излучения с длиной волны 0,64 мкм за 10 с. Определить световое давление на зеркальную поверхность, черную поверхность и поверхность с коэффициентом отражения 0,4.

1159(1127). Чем более высокое напряжение прикладывается к рентгеновской трубке, тем более жесткие (т. е. с более короткими волнами) лучи испускает она. Почему? Изменится ли «жесткость» излучения, если, не меняя анодного напряжения, изменить накал нити катода?

1160(1128). Под каким напряжением работает рентгеновская трубка, если самые «жесткие» лучи в рентгеновском спектре этой трубки имеют частоту 10^{19} Гц?

1161(н). При какой температуре средняя кинетическая энергия частиц равна энергии фотонов рентгеновского излучения с длиной волны 5 нм?

1162*(1130). Рентгеновская трубка, работающая под напряжением 50 кВ при силе тока 2 мА, излучает $5 \cdot 10^{13}$ фотонов в секунду. Считая среднюю длину волны излучения равной 0,1 нм, найти КПД трубки, т. е. определить, сколько процентов составляет мощность рентгеновского излучения от мощности потребляемого тока.

1163(1131). На сколько изменяется длина волны рентгеновских лучей при комптоновском рассеянии под углом 60°? ($\lambda_к = 2{,}4263 \cdot 10^{-12}$ м.)

1164(1132). Найти длину волны рентгеновских лучей ($\lambda = 20$ пм) после комптоновского рассеяния под углом 90°.

1165(1133). При облучении графита рентгеновскими лучами длина волны излучения, рассеянного под углом 45°, оказалась равной 10,7 пм. Какова длина волны падающих лучей?

1166(1134). Длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния увеличилась на 0,3 пм. Найти угол рассеяния.

1167(1135). Длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния увеличилась с 2 до 2,4 пм. Найти энергию электронов отдачи.

1168(1136). Угол рассеяния рентгеновских лучей с длиной волны 5 пм равен 30°, а электроны отдачи движутся под углом 60° к направлению падающих лучей. Найти: а) импульс электронов отдачи; б) импульс фотонов рассеянных лучей.

1169(1137). Рентгеновские лучи с длиной волны 20 пм рассеиваются под углом 90°. Найти импульс электронов отдачи.

1170(1138). Сравнить давления света, производимые на идеально белую и идеально черную поверхности при прочих равных условиях.

1171(1139). В научной фантастике описываются космические яхты с солнечными парусами, движущиеся под действием давления солнечных лучей. Через какое время скорость яхты массой 1 т изменится на 50 м/с, если площадь паруса 1000 $м^2$, а среднее давление солнечных лучей 10 мкПа? Какое добавочное ускорение приобретет яхта под действием солнечных лучей?

ГЛАВА XVII

АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО

51. Ядерная модель атома. Испускание и поглощение света атомом. Лазер

1172(1140). При облучении атом водорода перешел из первого энергетического состояния в третье. При возвращении в исходное состояние он сначала перешел из третьего во второе, а затем из второго в первое. Сравнить энергии фотонов, поглощенных и излученных атомом.

1173(1141). При переходе атома водорода из четвертого энергетического состояния во второе излучаются фотоны с энергией 2,55 эВ (зеленая линия водородного спектра). Определить длину волны этой линии спектра.

1174(1142). При облучении паров ртути электронами энергия атома ртути увеличивается на 4,9 эВ. Какова длина волны излучения, которое испускают атомы ртути при переходе в невозбужденное состояние?

1175(1143). Для ионизации атома азота необходима энергия 14,53 эВ. Найти длину волны излучения, которое вызовет ионизацию.

1176(1144). Для однократной ионизации атомов неона требуется энергия 21,6 эВ, для двукратной — 41 эВ, для трехкратной — 64 эВ. Какую степень ионизации можно получить, облучая неон рентгеновскими лучами, наименьшая длина волны которых 25 нм?

1177(1145). Во сколько раз изменится энергия атома водорода при переходе атома из первого энергетического состояния в третье? при переходе из четвертого энергетического состояния во второе?

1178(1146). Во сколько раз длина волны излучения атома водорода при переходе из третьего энергетического состояния во второе больше длины волны излучения, обусловленного переходом из второго состояния в первое?

1179(1147). В 1814 г. И. Фраунгофер обнаружил четыре линии поглощения водорода в видимой части спектра Солнца. Наибольшая длина волны в спектре поглощения была 656 нм. Найти длины волн в спектре поглощения, соответствующие остальным линиям.

1180(1148). Формула Ритца—Ридберга обычно приводится в виде: $\frac{1}{\lambda} = R_н\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2}\right)$. Коэффициент $R_н$ носит название постоянной Ридберга для водорода. Найти значение $R_н$ (с точностью до четырех цифр), если известно, что при переходе атома водорода из четвертого энергетического состояния во второе излучается фотон, соответствующий зеленой линии в спектре водорода с длиной волны 486,13 нм. Полученным результатом следует пользоваться при решении последующих задач.

1181(1149). Найти наибольшую длину волны в ультрафиолетовом спектре водорода.

1182(1150). Какой длины волны надо направить свет на водород, чтобы ионизировать атомы?

1183(1151). Какую минимальную скорость должны иметь электроны, чтобы ударом перевести атом водорода из первого энергетического состояния в пятое?

1184(1152). Стеклянный баллон лампы дневного света покрывают с внутренней стороны люминофором — веществом, которое при облучении фиолетовым или ультрафиолетовым светом дает спектр, близкий к солнечному. Объяснить причину явления.

1185(1153). Для обнаружения поверхностных дефектов в изделии (микроскопические трещины, царапины и т. д.) на изделие наносится тонкий слой керосино-масляного раствора специального вещества, излишки которого затем удаляются. Объяснить причину видимого свечения раствора при облучении ультрафиолетовым светом.

1186(1154). Лазер, работающий в импульсном режиме, потребляет мощность 1 кВт. Длительность одного импульса 5 мкс, а число импульсов в 1 с равно 200. Найти излучаемую энергию и мощность одного импульса, если на излучение идет 0,1% потребляемой мощности.

1187(1155). Гелий-неоновый газовый лазер, работающий в непрерывном режиме, дает излучение монохроматического света с длиной волны 630 нм, развивая мощность 40 мВт. Сколько фотонов излучает лазер за 1 с?

1188*(1156). Жидкостный лазер, работающий в импульсном режиме, за один импульс, длящийся 1 мкс, излучает

0,1 Дж лучистой энергии. Расходимость излучения[1] 2 мрад. Найти плотность потока излучения на расстоянии 6 м от лазера и сравнить с плотностью потока излучения Солнца, падающего на Землю, равного (без учета поглощения атмосферой) 1,36 кВт/м^2.

52. Методы регистрации заряженных частиц. Радиоактивность. Состав атомных ядер. Энергия связи атомных ядер

1189(1157). На рисунке 127 изображен трек электрона в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле. В каком направлении двигался электрон, если линии индукции поля идут от нас?

1190(1158). Какова скорость электрона, влетающего в камеру Вильсона (рис. 127), если радиус трека равен 4 см, а индукция магнитного поля 8,5 мТл?

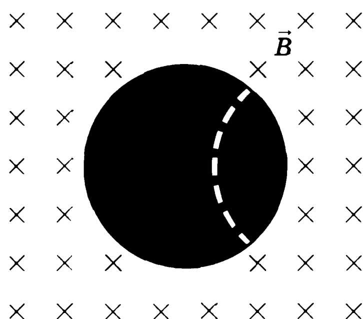


Рис. 127

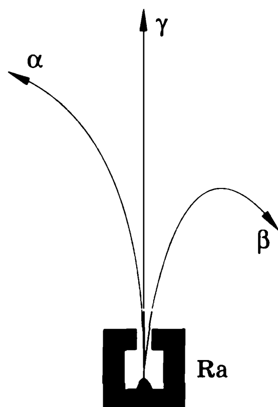


Рис. 128

1191(1159). Чем объясняется, что счетчик Гейгера регистрирует возникновение ионизированных частиц и тогда, когда поблизости от него нет радиоактивного препарата?

1192(1160). Как должна быть направлена индукция магнитного поля, чтобы наблюдалось указанное на рисунке 128 отклонение частиц?

---

[1] Расходимость излучения — это плоский угол осевого сечения конуса излучения.

1193(1161). Почему радиоактивные препараты хранят в толстостенных свинцовых контейнерах?

1194(1162). Каковы преимущества кобальтовой пушки перед рентгеновской установкой при обнаружении внутренних дефектов изделий?

1195(1163). Где больше длина свободного пробега α-частицы: у поверхности Земли или в верхних слоях атмосферы?

1196(н). Какой изотоп образуется из урана $^{239}_{92}U$ после двух β-распадов и одного α-распада?

1197(1165). В результате какого радиоактивного распада плутоний $^{239}_{94}Pu$ превращается в уран $^{235}_{92}U$?

1198(1166). В результате какого радиоактивного распада натрий $^{22}_{11}Na$ превращается в магний $^{22}_{12}Mg$?

1199(1167). Написать реакции α-распада урана $^{238}_{92}U$ и β-распада свинца $^{209}_{82}Pb$.

1200*(1168). Написать реакцию α-распада радия $^{226}_{88}Ra$. Сравнить импульсы и кинетические энергии образовавшихся ядер, считая, что до распада ядро радия покоилось.

1201(1169). Какая доля радиоактивных ядер некоторого элемента распадается за время, равное половине периода полураспада?

1202(1170). Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 суток. Найти период полураспада.

1203(н). Сколько процентов ядер радиоактивного йода $^{131}_{53}I$ с периодом полураспада $T = 8$ суток останется через 16 суток?

1204(1172). Каков состав ядер натрия $^{23}_{11}Na$, фтора $^{19}_{9}F$, серебра $^{107}_{47}Ag$, кюрия $^{247}_{96}Cm$, менделевия $^{257}_{101}Md$?

1205(1173). Каков состав изотопов неона $^{20}_{10}Ne$, $^{21}_{10}Ne$ и $^{22}_{10}Ne$?

1206(1174). Изменяются ли массовое число, масса и порядковый номер элемента при испускании ядром γ-кванта?

1207(1175). Как изменяются массовое число и номер элемента при выбрасывании из ядра протона? нейтрона?

1208(1176). Найти энергию связи ядра $E_{св}$ и удельную энергию связи $E_{св}/A$ для: 1) $^{2}_{1}H$; 2) $^{6}_{3}Li$; 3) $^{7}_{3}Li$; 4) $^{12}_{6}C$; 5) $^{16}_{8}O$; 6) $^{27}_{13}Al$.

1209(1177). Какая минимальная энергия необходима для расщепления ядра азота $^{14}_{7}N$ на протоны и нейтроны?

53. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций. Биологическое действие радиоактивных излучений. Элементарные частицы. Взаимные превращения частиц и квантов электромагнитного излучения

1210(1178). Написать ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке алюминия $^{27}_{13}Al$ α-частицами и сопровождающуюся выбиванием протона.

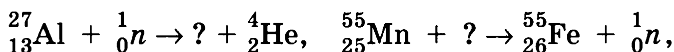
1211(1179). Написать ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке бора $^{11}_{5}B$ α-частицами и сопровождающуюся выбиванием нейтронов.

1212(1180). При бомбардировке изотопа бора $^{10}_{5}B$ нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается α-частица. Написать реакцию.

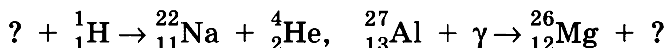
1213(1181). Элемент менделевий был получен при облучении эйнштейния $^{253}_{99}Es$ α-частицами с выделением нейтрона. Написать реакцию.

1214(1182). Элемент резерфордий получили, облучая плутоний $^{242}_{94}Pu$ ядрами неона $^{22}_{10}Ne$. Написать реакцию, если известно, что в результате образуется еще четыре нейтрона.

1215(1183). Написать недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



$$^{27}_{13}Al + ^{1}_{0}n \to ? + ^{4}_{2}He, \quad ^{55}_{25}Mn + ? \to ^{55}_{26}Fe + ^{1}_{0}n,$$



$$? + ^{1}_{1}H \to ^{22}_{11}Na + ^{4}_{2}He, \quad ^{27}_{13}Al + \gamma \to ^{26}_{12}Mg + ?$$

1216(1184). При облучении изотопа меди $^{63}_{29}Cu$ протонами реакция может идти несколькими путями: с выделением

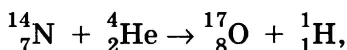
одного нейтрона; с выделением двух нейтронов; с выделением протона и нейтрона. Ядра каких элементов образуются в каждом случае?

1217(1185). Радиоактивный марганец $^{54}_{25}Mn$ получают двумя путями. Первый путь состоит в облучении изотопа железа $^{56}_{26}Fe$ дейтронами, второй — в облучении изотопа железа $^{54}_{26}Fe$ нейтронами. Написать ядерные реакции.

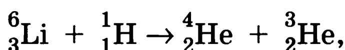
1218(1186). При бомбардировке азота $^{14}_{7}N$ нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается протон. Написать реакцию. Полученное ядро изотопа углерода оказывается β-радиоактивным. Написать происходящую при этом реакцию.

1219(1187). При бомбардировке железа $^{56}_{26}Fe$ нейтронами образуется β-радиоактивный изотоп марганца с атомной массой 56. Написать реакцию получения искусственно радиоактивного марганца и реакцию происходящего с ним β-распада.

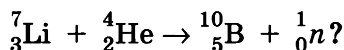
1220(1188). Выделяется или поглощается энергия при следующих ядерных реакциях:



$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \to ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H,$$

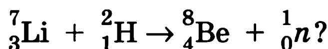


$$^{6}_{3}Li + ^{1}_{1}H \to ^{4}_{2}He + ^{3}_{2}He,$$



$$^{7}_{3}Li + ^{4}_{2}He \to ^{10}_{5}B + ^{1}_{0}n?$$

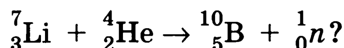
1221(1189). Какая энергия выделяется при ядерной реакции



$$^{7}_{3}Li + ^{2}_{1}H \to ^{8}_{4}Be + ^{1}_{0}n?$$

1222(1190). Ядро $^{7}_{3}Li$, захватывая протон, распадается на две α-частицы. Определить сумму кинетических энергий этих частиц. Кинетической энергией протона пренебречь.

1223(1191). Какую минимальную энергию должна иметь α-частица для осуществления ядерной реакции



$$^{7}_{3}Li + ^{4}_{2}He \to ^{10}_{5}B + ^{1}_{0}n?$$

1224(1192). При облучении изотопа азота $^{15}_{7}N$ протонами образуется углерод и α-частица. Найти полезный энергетиче-

ский выход ядерной реакции, если для ее осуществления энергия протона должна быть 1,2 МэВ.

1225(1193). Ввиду большой энергии связи, приходящейся на нуклон ядра гелия, возможны экзоэнергетические реакции деления легких ядер. Найти, какая энергия выделяется при бомбардировке бора $^{11}_{5}B$ протонами с образованием трех α-частиц.

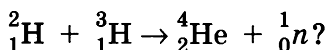
1226(1194). При делении изотопа урана $^{235}_{92}U$ освобождается энергия 200 МэВ, причем 84% этой энергии приобретают осколки деления. Считая, что этими осколками являются ядра бария $^{137}_{56}Ba$ и криптона $^{84}_{36}Kr$ и что импульсы их по модулю одинаковы, найти энергию осколков.

1227(1195). Для замедления быстрых нейтронов можно использовать, например, тяжелую воду или углерод. В каком из этих замедлителей нейтрон испытает большее число столкновений, пока его скорость не снизится до тепловой?

1228(1196). При делении одного ядра $^{235}_{92}U$ на два осколка выделяется энергия 200 МэВ. Какая энергия освобождается при «сжигании» в ядерном реакторе 1 г этого изотопа? Сколько каменного угля нужно сжечь для получения такой энергии?

1229(1197). Какова электрическая мощность атомной электростанции, расходующей в сутки 220 г изотопа урана $^{235}_{92}U$ и имеющей КПД 25%?

1230(1198). Какая энергия выделяется при термоядерной реакции



$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n?$$

1231(1199). Толщина h слоя перекрытия, ослабляющего данное ионизирующее излучение в 2 раза, носит название толщины слоя половинного ослабления. Доказать, что слой толщиной $H = nh$ ослабляет излучение в 2^n раз.

1232(1200). Лучше всего нейтронное излучение ослабляет вода (в 4 раза лучше бетона и в 3 раза лучше свинца). Толщина слоя половинного ослабления нейтронного излучения для воды равна 3 см. Во сколько раз ослабит нейтронное излучение слой воды толщиной 30 см?

1233(1201). Гамма-излучение лучше всего поглощается свинцом (в 1,5 раза лучше стальной брони и в 22 раза лучше воды). Толщина слоя половинного ослабления γ-излучения для свинца равна 2 см. Какой толщины нужен слой свинца, чтобы ослабить γ-излучение в 128 раз?

1234(1202). Средняя поглощенная доза излучения сотрудником, работающим с рентгеновской установкой, равна 7 мкГр за 1 ч. Опасна ли работа сотрудника в течение 200 дней в году по 6 ч в день, если предельно допустимая доза облучения равна 50 мГр в год?

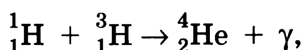
1235(1203). При облучении углерода $^{12}_{6}C$ протонами образуется изотоп углерода $^{13}_{6}C$. Какая при этом выбрасывается частица?

1236(1204). В результате термоядерной реакции соединения двух протонов образуется дейтрон и нейтрино. Какая еще появляется частица?

1237(1205). При бомбардировке изотопа бора $^{10}_{5}B$ α-частицами образуется изотоп азота $^{13}_{7}N$. Какая при этом выбрасывается частица? Изотоп азота $^{13}_{7}N$ является радиоактивным, дающим позитронный распад с излучением нейтрино. Написать реакцию.

1238*(1206). В установках для γ-облучения в сельском хозяйстве используется β-радиоактивный изотоп цезия $^{137}_{55}Cs$. Написать реакцию β-распада. Найти максимальную частоту γ-излучения, если наибольшая энергия γ-квантов равна 0,66 МэВ. Вычислить релятивистскую скорость β-частиц, если их энергия 1,18 МэВ.

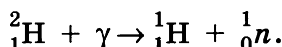
1239(1207). Найти частоту γ-излучения, образующегося при термоядерной реакции:



$$^{1}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + \gamma,$$

если α-частица приобретает энергию 19,7 МэВ.

1240(1208). Найти наименьшую энергию γ-кванта, необходимую для осуществления следующей реакции:



$$^{2}_{1}H + \gamma \rightarrow ^{1}_{1}H + ^{1}_{0}n.$$

1241(1209). Поглощая фотон γ-излучения ($\lambda = 4{,}7 \cdot 10^{-13}$ м), дейтрон распадается на протон и нейтрон. Вычислить суммарную кинетическую энергию образовавшихся частиц.

1242(1210). При аннигиляции электрона и позитрона образовалось два одинаковых γ-кванта. Найти длину волны, пренебрегая кинетической энергией частиц до реакции.

1243(1211). Элементарная частица пи-нуль-мезон (π^0) распадается на два γ-кванта. Найти частоту γ-излучения, если масса покоя этой частицы равна 264,3 массы электрона.

1. Плотность веществ

Твердые тела	10^3 кг/м^3		10^3 кг/м^3
Алюминий	2,7	Олово	7,3
Германий	5,4	Свинец	11,3
Кремний	2,4	Серебро	10,5
Лед	0,9	Сталь	7,8
Медь	8,9	Хром	7,2
Нихром	8,4		
Жидкости	10^3 кг/м^3		10^3 кг/м^3
Бензин	0,70	Нефть	0,80
Вода	1,0	Ртуть	13,60
Керосин	0,80	Спирт	0,79
Газы (при нормальных условиях)	кг/м^3		кг/м^3
Азот	1,25	Воздух	1,29
Водород	0,09	Кислород	1,43

2. Тепловые свойства веществ

Твердые тела

Вещество	Удельная теплоемкость, кДж/(кг · К)	Температура плавления, °C	Удельная теплота плавления, кДж/кг
Алюминий	0,89	660	380
Лед	2,1	0	334
Медь	0,38	1083	214
Олово	0,23	232	59
Свинец	0,13	327	23
Серебро	0,23	961	87
Сталь	0,46	1400	82

Жидкости

Вещество	Удельная теплоемкость, кДж/(кг · К)	Температура кипения, °C	Удельная теплота парообразования[1], МДж/кг
Вода	4,19	100	2,3
Ртуть	0,14	357	0,29
Спирт	2,4	78	0,85

[1] При нормальном давлении.

Газы

Вещество	Удельная теплоемкость[1], кДж/(кг·К)	Температура конденсации[2], °C
Азот	1,05	–196
Водород	14,3	–253
Воздух	1,01	—
Гелий	5,29	–269
Кислород	0,913	–183

[1] При постоянном давлении.
[2] При нормальном давлении.

3. Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей, мН/м (При 20 °C)

Вода	73	Молоко	46
Бензин	21	Нефть	30
Керосин	24	Ртуть	510
Мыльный раствор	40	Спирт	22

4. Удельная теплота сгорания топлива, МДж/кг

Бензин	44	Порох	3,8
Дерево	10	Спирт	29
Дизельное топливо	42	Топливо для реактивных самолетов	43
Каменный уголь	29	Условное топливо	29
Керосин	46		

5. Зависимость давления *p* и плотности ρ насыщенного водяного пара от температуры

t, °C	*p*, кПа	ρ, г/м³	*t*, °C	*p*, кПа	ρ, г/м³
–5	0,40	3,2	11	1,33	10,0
0	0,61	4,8	12	1,40	10,7
1	0,65	5,2	13	1,49	11,4
2	0,71	5,6	14	1,60	12,1
3	0,76	6,0	15	1,71	12,8
4	0,81	6,4	16	1,81	13,6
5	0,88	6,8	17	1,93	14,5
6	0,93	7,3	18	2,07	15,4
7	1,0	7,8	19	2,20	16,3
8	1,06	8,3	20	2,33	17,3
9	1,14	8,8	25	3,17	23,0
10	1,23	9,4	50	12,3	83,0

6. Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометра, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

7. Предел прочности на растяжение $\sigma_{пч}$ и модуль упругости E

Вещество	$\sigma_{пч}$, МПа	E, ГПа
Алюминий	100	70
Латунь	50	100
Свинец	15	17
Серебро	140	80
Сталь	500	210

8. Диэлектрические проницаемости веществ

Винипласт	3,5	Парафинированная бумага	2,2
Вода	81	Слюда	6
Керосин	2,1	Стекло	7
Масло	2,5	Текстолит	7
Парафин	2		

9. Удельное сопротивление ρ (при 20 °C) и температурный коэффициент сопротивления α металлов и сплавов

Вещество	ρ, $\times10^{-8}$ Ом · м или $\times10^{-2}$ Ом · мм^2/м	α, $К^{-1}$	Вещество	ρ, $\times10^{-8}$ Ом · м или $\times10^{-2}$ Ом · мм^2/м	α, $К^{-1}$
Алюминий	2,8	0,0042	Нихром	110	0,0001
Вольфрам	5,5	0,0048	Свинец	21	0,0037
Латунь	7,1	0,001	Серебро	1,6	0,004
Медь	1,7	0,0043	Сталь	12	0,006
Никелин	42	0,0001	Константан	50	0,00003

10. Электрохимические эквиваленты, мг/Кл (10^{-6} кг/Кл)

Алюминий (Al^{3+})	0,093	Никель (Ni^{2+})	0,30
Водород (H^{+})	0,0104	Серебро (Ag^{+})	1,12
Кислород (O^{2-})	0,083	Хром (Cr^{3+})	0,18
Медь (Cu^{2+})	0,33	Цинк (Zn^{2+})	0,34
Олово (Sn^{2+})	0,62		

11. Работа выхода электронов

Вещество	эВ	аДж	Вещество	эВ	аДж
Вольфрам	4,5	0,72	Платина	5,3	0,85
Калий	2,2	0,35	Серебро	4,3	0,69
Литий	2,4	0,38	Цезий	1,8	0,29
Оксид бария	1,0	0,16	Цинк	4,2	0,67

12. Показатель преломления
(средний для видимых лучей)

Алмаз	2,42	Сероуглерод	1,63
Вода	1,33	Спирт этиловый	1,36
Воздух	1,00029	Стекло	1,60

13. Относительная атомная масса некоторых изотопов[1], а. е. м.

Изотоп	Масса нейтрального атома	Изотоп	Масса нейтрального атома
$^{1}_{1}H$ (водород)	1,00783	$^{10}_{5}B$ (бор)	10,01294
$^{2}_{1}H$ (дейтерий)	2,01410	$^{11}_{5}B$ (бор)	11,00931
$^{3}_{1}H$ (тритий)	3,01605	$^{12}_{6}C$ (углерод)	12,00000
$^{3}_{2}He$ (гелий)	3,01602	$^{14}_{7}N$ (азот)	14,00307
$^{4}_{2}He$ (гелий)	4,00260	$^{15}_{7}N$ (азот)	15,00011
$^{6}_{3}Li$ (литий)	6,01513	$^{16}_{8}O$ (кислород)	15,99491
$^{7}_{3}Li$ (литий)	7,01601	$^{17}_{8}O$ (кислород)	16,99913
$^{8}_{4}Be$ (бериллий)	8,00531	$^{27}_{13}Al$ (алюминий)	26,98146

[1] Для нахождения массы ядра необходимо вычесть суммарную массу электронов.

14. Сведения о Солнце, Земле и Луне

Радиус Солнца, м	$6{,}96 \cdot 10^{8}$
Масса Солнца, кг	$1{,}989 \cdot 10^{30}$
Средний радиус Земли, м	$6{,}371 \cdot 10^{6}$
Масса Земли, кг	$5{,}976 \cdot 10^{24}$
Время полного оборота Земли вокруг своей оси	23 ч 56 мин 4,09 с
Ускорение свободного падения (на широте Парижа, на уровне моря), м/с^2	9,80665
Нормальное атмосферное давление, Па	101 325
Молярная масса воздуха, кг/моль	0,029
Среднее расстояние от Земли до Солнца, м	$1{,}496 \cdot 10^{11}$
Радиус Луны, м	$1{,}737 \cdot 10^{6}$
Масса Луны, кг	$7{,}35 \cdot 10^{22}$
Период обращения Луны вокруг Земли	27 сут 7 ч 43 мин
Ускорение свободного падения на поверхности Луны, м/с^2	1,623
Среднее расстояние от Луны до Земли, м	$3{,}844 \cdot 10^{8}$

15. Физические постоянные

Основные константы

Элементарный заряд — $e = 1{,}60219 \cdot 10^{-19}$ Кл

Масса покоя электрона — $m_e = 9{,}1095 \cdot 10^{-31}$ кг $= 5{,}486 \cdot 10^{-4}$ а. е. м.

Масса покоя протона — $m_p = 1{,}6726 \cdot 10^{-27}$ кг $= 1{,}00728$ а. е. м.

Масса покоя нейтрона — $m_n = 1{,}6749 \cdot 10^{-27}$ кг $= 1{,}00867$ а. е. м.

Скорость света в вакууме — $c = 2{,}9979 \cdot 10^{8}$ м/с

Гравитационная постоянная — $G = 6{,}672 \cdot 10^{-11}$ Н · м^2/кг^2

Электрическая постоянная — $\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}$ Ф/м

Постоянная Авогадро — $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$

Постоянная Больцмана — $k = 1{,}3807 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

Постоянная Планка — $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · с $= 4{,}136 \cdot 10^{-15}$ эВ · с

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1{,}055 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} = 6{,}59 \cdot 10^{-16} \text{ эВ} \cdot \text{с}$$

Производные от основных констант

Коэффициент взаимосвязи массы и энергии —

$c^2 = \frac{E}{m} = 8{,}9874 \cdot 10^{16}$ Дж/кг $= 931{,}5$ МэВ/а. е. м.

(1 а. е. м. $= 1{,}66057 \cdot 10^{-27}$ кг; 1 МэВ $= 1{,}60219 \cdot 10^{-13}$ Дж)

Энергия покоя электрона — $E_{0e} = m_e c^2 = 8{,}187 \cdot 10^{-14}$ Дж $= 0{,}511$ МэВ

Энергия покоя протона — $E_{0p} = m_p c^2 = 1{,}503 \cdot 10^{-10}$ Дж $= 938{,}26$ МэВ

Энергия покоя нейтрона — $E_{0n} = m_n c^2 = 1{,}505 \cdot 10^{-10}$ Дж $= 939{,}55$ МэВ

Отношение заряда электрона к его массе — $\frac{e}{m_e} = 1{,}759 \cdot 10^{11}$ Кл/кг

Постоянная Фарадея — $F = eN_A = 9{,}648 \cdot 10^{4}$ Кл/моль

Молярная газовая постоянная — $R = kN_A = 8{,}314$ Дж/(моль · К)

16. Приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц

Кратные			Дольные		
приставка	обозначение	множитель	приставка	обозначение	множитель
экса	Э	10^{18}	атто	а	10^{-18}
пета	П	10^{15}	фемто	ф	10^{-15}
тера	Т	10^{12}	пико	п	10^{-12}
гига	Г	10^{9}	нано	н	10^{-9}
мега	М	10^{6}	микро	мк	10^{-6}
кило	к	10^{3}	милли	м	10^{-3}
гекто	г	10^{2}	санти	с	10^{-2}
дека	да	10^{1}	деци	д	10^{-1}

17. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

Период	Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
		ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ									
I	1	(H)						H 1 1,00797 Водород	He 2 4,0026 Гелий		
II	2	Li 3 6,939 Литий	Be 4 9,0122 Бериллий	B 5 10,811 Бор	C 6 12,01115 Углерод	N 7 14,0067 Азот	O 8 15,9994 Кислород	F 9 18,9984 Фтор	Ne 10 20,179 Неон		
III	3	Na 11 22,9898 Натрий	Mg 12 24,305 Магний	Al 13 26,9815 Алюминий	Si 14 28,086 Кремний	P 15 30,9738 Фосфор	S 16 32,064 Сера	Cl 17 35,453 Хлор	Ar 18 39,948 Аргон		
IV	4	K 19 39,102 Калий	Ca 20 40,08 Кальций	21 Sc 44,956 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,942 Ванадий	24 Cr 51,996 Хром	25 Mn 54,9380 Марганец	26 Fe 55,847 Железо	27 Co 58,9330 Кобальт	28 Ni 58,71 Никель
	5	29 Cu 63,546 Медь	30 Zn 65,37 Цинк	Ga 31 69,72 Галлий	Ge 32 72,59 Германий	As 33 74,9216 Мышьяк	Se 34 78,96 Селен	Br 35 79,904 Бром	Kr 36 83,80 Криптон		
V	6	Rb 37 85,47 Рубидий	Sr 38 87,62 Стронций	39 Y 88,905 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,906 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc [99] Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,905 Родий	46 Pd 106,4 Палладий
	7	47 Ag 107,868 Серебро	48 Cd 112,40 Кадмий	In 49 114,82 Индий	Sn 50 118,69 Олово	Sb 51 121,75 Сурьма	Te 52 127,60 Теллур	I 53 126,9044 Иод	Xe 54 131,30 Ксенон		
VI	8	Cs 55 132,905 Цезий	Ba 56 137,34 Барий	57 La* 138,91 Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,948 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,2 Рений	76 Os 190,2 Осмий	77 Ir 192,2 Иридий	78 Pt 195,09 Платина
	9	79 Au 196,967 Золото	80 Hg 200.59 Ртуть	Tl 81 204,37 Таллий	Pb 82 207,19 Свинец	Bi 83 208,980 Висмут	Po 84 [210]* Полоний	At 85 [210] Астат	Rn 86 [222] Радон		
VII	10	Fr 87 [223] Франций	Ra 88 [226] Радий	89 Ac** [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний	106 Sg [263] Сиборгий	107 Bh [262] Борий	108 Hs [265] Хассий	109 Mt [266] Мейтнерий	110

Обозначение элемента — Li; Атомный номер — 3; Относительная атомная масса — 6,939; Литий

Лантаноиды*	58 Ce 140,12 Церий	59 Pr 140,907 Празеодим	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [147]* Прометий	62 Sm 150,35 Самарий	63 Eu 151,96 Европий	64 Gd 157,25 Гадолиний	65 Tb 158,924 Тербий	66 Dy 162,50 Диспрозий	67 Ho 164,930 Гольмий	68 Er 167,26 Эрбий	69 Tm 168,934 Тулий	70 Yb 173,04 Иттербий	71 Lu 174,97 Лютеций
Актиноиды**	90 Th 232,038 Торий	91 Pa [231] Протактиний	92 U 238,03 Уран	93 Np [237] Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [252]* Калифорний	99 Es [254] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [257] Менделевий	102 No [255] Нобелий	103 Lr [256] Лоуренсий

ОТВЕТЫ

3. а), б), д) Можно; г), в) нельзя. **4**. В случаях б) и в). **5**. а) Можно; б) нельзя. **6**. Можно, так как нас интересует движение поезда в целом. **7**. *O* (0, 0); *B* (0, 60 м); *C* (80 м, 60 м); *D* (80 м, 0); *E* (20 м, 40 м); *K* (−5 м, 20 м); *L* (−10 м, −10 м); *M* (30 м, −5 м). **9**. У вертолета путь и перемещение одинаковы; у автомобиля путь больше перемещения. Автомобиль прошел больший путь, чем вертолет; перемещения у автомобиля и вертолета одинаковы. **10**. Путь; перемещение. **11**. 4 м, 2 м. **12**. В $\frac{\pi}{2}$ раз; в $\frac{\pi}{3}$ раз. **13**. $s_{1_x} = 4$ м, $s_{1_y} = 0$; $s_{2_x} = 4$ м, $s_{2_y} = 2$ м; $s_{3_x} = -4$ м, $s_{3_y} = 0$; $s_{4_x} = 3$ м, $s_{4_y} = -4$ м; $s_{5_x} = 0$, $s_{5_y} = 3$ м. **14**. *A* (20 м, 20 м); *B* (60 м, −10 м); 40 м, −30 м; 50 м. **15**. *A* (2 м, 2 м); *D* (6 м, 2 м); 20 м; 4 м; 4 м, 0. **16**. 5 м; 4 м, −3 м. **17**. 70 км; 50 км. **18**. 2,8 км; 30° к направлению на север. **19**. 620 м; 20° к направлению на север. **20**. $x_1 = 500 + 20t$; $x_2 = 200 - 15t$; $x_3 = -300 - 10t$; а) 600 м; б) 50 м, 150 м; в) 30 с; г) −25 с; д) в точке с координатой $x = 500$ м. **21**. 12 м/с, вправо; 1,5 м/с, влево; 20 с, −30 м. **22**. $x_{0I} = 5$ м, $x_{0II} = 5$ м, $x_{0III} = -10$ м; $v_{I_x} = 0$, $v_{II_x} = -1$ м/с, $v_{III_x} = 0{,}5$ м/с; $x_I = 5$, $x_{II} = 5 - t$, $x_{III} = -10 + 0{,}5t$; 10 с; −5 м. **23**. 10 с; 50 м. **24**. $x_I = 20 + 2t$; $x_{II} = -20 + 4t$. **25**. $x_1 = 200 + 10t$; $x_2 = 20t$; 20 с, 400 м. **26**. $x_1 = 20t$; $x_2 = 250 - 5t$; а) 200 м, 10 с; б) автомобиль на 25 с раньше; в) 125 м; г) 100 м; д) 20 с; е) 5 с, 15 с; ж) 150 м. **27**. $y = -3 + 2x$; $x = 2$ м; $y = 1$ м; $v = 5$ м/ с.

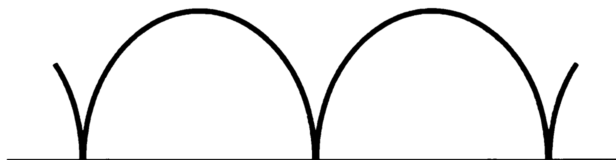


Рис. 129

28. а) Точка; б) окружность; в) циклоида (рис. 129). **29**. Может, если относительно эскалатора будет двигаться со скоростью, равной по модулю скорости эскалатора, но направленной в противоположную сторону. **30**. Кувшинка плывет по течению, поэтому ее скорость равна скорости течения воды. Скорость жабы равна сумме ее скорости в стоячей воде и скорости течения воды. Поэтому жаба догонит кувшинку через такое время, как если бы плыла до нее в стоячей воде.

31. Может, если будет двигаться по направлению ветра со скоростью 108 км/ч. **32.** а) 14 м/с; б) 6 м/с. **33.** 10 м/с, 0; 5 м/с, –5 м/с. **34.** 20 с. **35.** 490 м. **36.** В $\frac{n+1}{n-1}$ раз; 3; 1,2. **37.** 45 с. **38.** 450 м. **39.** 2 мин; 240 м. **40.** $x' = 400 - 10t$. **41.** $x_1 = 2t$; $x_2 = 200 - 2t$; автомобили движутся навстречу друг другу; б) $x_1 = 6t$; $x_2 = 200 + 2t$; первый догоняет второй; в) $x_1 = -2t$; $x_2 = 200 - 6t$; второй догоняет первый. **42.** 13 см/мин. **43.** 22 м/с; 27° к востоку от меридиана. **44.** 200 м. **45.** 0,5 см/мин. **46.** 19,3 м/с; 21,5° к востоку от меридиана. **47.** а) 1,4 м/с; 3,4 м/с; 2,6 м/с; б) 1. (–1,4 м/с, 0); 2. (–3,4 м/с, 0); 3. (–2,4 м/с, 1 м/с). **48.** 8 м/с; 10 м/с; 4 м/с; 8 м/ с. **49.** $v_{ср} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} = 12$ м/с. **50.** 1 м/с; 2,3 м/с. **51.** 0,05 с. **52.** 50 с. **53.** 10 м/с. **54.** 20 с. **55.** 4 м/с. **56.** $v_x = 20 - 0{,}25t$. **57.** 1 м/с; 2,5 м/с; 4 м/с; 0,5 м/с^2; $v_x = 1 + 0{,}5t$. **58.** $v_{Ix} = 1{,}25t$; $v_{IIx} = 5 + 5t$; $v_{IIIx} = 20 - 4t$. **59.** $v_y = 30 - 10t$; 10 м/с; 0; –10 м/с. **60.** См. рис. 130. **61.** 2:1; 2:1. **62.** 90 см. **63.** $x = -4{,}9$ м. **64.** 10 с. **65.** 9 с.

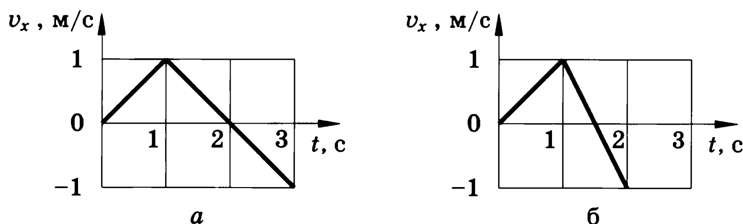


Рис. 130

66. 100 м/с^2; 1 км/с. **67.** 715 м/с. **68.** В 1,41 раза. **69.** 50 м. **70.** Ускорение при разбеге в 1,24 раза меньше, а время в 1,46 раза больше. **71.** $s_2 = s_1\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = 54$ м. **72.** 240 м. **73.** а) В 3 раза; б) в $\sqrt{3}$ раза. **74.** $x = 3t^2$; 300 м. **75.** $v_x = 0{,}8t$; 6,4 м. **76.** Ускоренное; –5 м; 5 м. **77.** 20 с; 60 м; 70 м. **78.** 2 м/с; 8 м/с. **79.** 0,2 м/с^2; 15 м/с. **80.** 1. 0, 0, –0,8 м/с^2, влево, равноускоренное; 2. 400 м, –0,6 м/с, 0, влево, равномерное; 3. –300 м, 0, 0, покой. **81.** 1. $v_{1x} = 10 + 0{,}8t$, ускоренное; 2. $v_{2x} = 2 - 2t$, замедленное, через 1 с ускоренное; 3. $v_{3x} = -4 + 4t$, замедленное, через 1 с ускоренное; 4. $v_{4x} = -1 - 12t$, ускоренное. **82.** $x_I = 0{,}625t^2$; $x_{II} = 5t + 2{,}5t^2$; $x_{III} = 20t - 2t^2$. **83.** 8 м/с; 0,8 м/с^2; –1,6 м/с^2; 15 с; 4 м/с. **84.** 2,6 м/с. **85.** $v = \frac{2v_{ср}t}{2t - t_1} = 80$ км/ч.

86. а) 10 с; 40 м; б) 45 м; в) 120 м. **87**. $x_1 = 6{,}9 + 0{,}1t^2$; $x_2 = 2t + 0{,}2t^2$; 3 с; 7,8 м. **88**. 3 с, 5 с; 24 м, 40 м. **89**. 2 с; 0,04 с; 7,1 мс; 625 мкс. **90**. $4{,}2 \cdot 10^{-7}$ $с^{-1}$. **91**. Да; нет. **92**. 45 000. **93**. 3,14 м/с. **94**. Частота вращения передних колес в 2 раза больше. **95**. 1,5 м/с. **96**. Со скоростью большей чем 834 км/ч; с востока на запад; возможно. **97**. 7,8 км/с. **98**. Уменьшается в 2 раза. **99**. 1:20. **100**. 60 об/мин. **101**. 15 м/с. **102**. $v = \frac{\pi d n z_1}{z_2}$ = 5,9 м/с; 5 м/с. **103**. 0,5 м/$с^2$. **104**. 25,3 сут; 5,7 мм/$с^2$. **105**. 41 м/с; 5,6 км/$с^2$. **106**. 20 м/с. **107**. 360 м/$с^2$. **108**. 1 км/$с^2$. **109**. а) 1 : 2; б) 2 : 1. **110**. 1 : 5, 1 : 200. **111**. $\frac{s}{\pi d t}$; $\frac{2s^2}{dt^2}$. **112**. а) Притяжение к Земле и выталкивающее действие воды; б) притяжение к Земле компенсируется упругостью грунта и выталкивающим действием воды. **113**. Притяжение к Земле компенсируется выталкивающим действием воздуха и его сопротивлением. **114**. Притяжение Земли и натяжение нити компенсируются выталкивающим действием воздуха. Притяжение Земли не компенсирует выталкивающее действие воздуха. **115**. Нет, так как трение о шоссе и сопротивление воздуха ничем не компенсируются. **116**. При толчке — ускоренно, так как действие тепловоза превышает трение. После толчка — замедленно. **117**. б), д). **118**. Будет в случаях а), г), д). **119**. а) Равномерно; б) замедленно; в) ускоренно; г) поворачивает. **120**. 2:1. **121**. 20 т. **122**. Ускорение второго шара в 8 раз больше; не зависит. **123**. Ускорение стального в 1,4 раза больше. **124**. Одинаковы. **125**. 2 м/с. **126**. 15 т. **131**. а) Равномерно, прямолинейно; б) прямолинейно, ускоренно; в) и г) криволинейно. **132**. Когда сумма силы тяжести и силы сопротивления станет равной по модулю выталкивающей силе. **133**. Не может 2 Н и 30 Н. **134**. Может, если углы между соседними силами равны 120°. **135**. 400 Н. **136**. 500 Н. **137**. 13 кН; 23° к горизонту. **138**. 20 Н. **139**. 2 м/$с^2$. **140**. 150 Н. **141**. 0,8 м/$с^2$. **142**. 2 т.

143.

a	0,25 м/$с^2$	2 м/$с^2$				
m					200 кг	20 т
F			80 Н	20 Н		

144. 1,5 м/$с^2$. **145**. Легкового в 2 раза больше. **146**. 250 Н. **147**. 68 м/с. **148**. $\frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2}$ = 0,08 м/$с^2$. **149**. 200 г. **150**. 4 Н; 0; –2 Н. **151**. Да; если закрепить второе полушарие к неподвижному предмету, то понадобится восемь лошадей. **152**. Одинаковы. **153**. Если выпустит, то положение космонавта относительно корабля не изменится; если бросит, то космонавт придет в движение. **154**. В первом случае на борт и дно лодки действуют равные по модулю и противоположные

по направлению силы. Во втором — только одна сила, так как вторая приложена к берегу. **155.** Сила, действующая на голову вверх, равна силе, действующей вниз в плече. **156.** Не нарушится в обоих случаях. **157.** Верхний 2 Н; нижний 10 Н. **158.** 40 г. **159.** 1 кН/м; 60 Н. **160.** 100 Н. **161.** 4 мм. **162.** 33,5 кН/м; 26 кН/м. **163.** 0,5 кН/м. **164.** Жесткость стальной в 2 раза больше. **165.** 10 Н/м. **166.** $2k$. **167.** $k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$. **168.** 1 см. **169.** 1 мкН. **170.** Порядка 1 Н. **171.** $2 \cdot 10^{20}$ Н. **172.** В 4 раза; в 36 раз. **173.** На расстоянии 9 земных радиусов. **174.** В точке, отстоящей на 6 земных радиусов от центра Луны. **175.** $F_2 = 0{,}75F_1$. **176.** 4,4 м/с^2. **177.** $3{,}27 \cdot 10^{23}$ кг. **178.** 3,8 м/с^2. **179.** 13 см/с^2; 330 км/с^2. **180.** 8,8 м/с^2. **181.** 7,35 кН; 1,22 кН. **182.** На 80 мН. **183.** На 3,6 кН. **184.** 2,4 кН. **185.** ±37 кН. **186.** $a_1 = g$; $a_2 = \frac{g}{2}$. **187.** 700 Н. **188.** 600 Н; 300 Н. **189.** 1,7. **190.** 5. **191.** 6. **192.** Перегрузка при отталкивании и касании Земли; невесомость при полете. **193.** г). **194.** 9,5% . **195.** Положить тела на чаши весов и сообщить им ускорение. Тела поочередно подвешивать к динамометру и сообщать одинаковые ускорения. **196.** Да. **197.** На Луне нет атмосферы. **198.** 20 м/с. **200.** 10 м/с^2. **201.** $v_1 : v_2 = 2$; $h_1 : h_2 = 4$. **202.** 3,4 с; 33,6 м/с. **203.** 0,4 с; 25 м/с^2. **204.** 35 м. **205.** 4 с. **206.** Численно равно $\frac{g}{2}(2n - 1)$. **207.** 15 м/с; на 1 с. **208.** $v_0 = \frac{h_2 - h_1}{2h_1}\sqrt{2gh_1}$. **209.** 30 м/с; 45 м. **210.** В 6 раз. **211.** В 2 раза. **212.** 4 м; 20 м; $2v_0t$. **213.** В 2,25 раза. **214.** 4620 м; 740 м/с; значительно уменьшаются ввиду сопротивления воздуха. **215.** 40 м; 2 с; 4 с. **216.** В 9 раз. **217.** $y = 20t - 5t^2$; а) 1 с и 3 с; б) 2 с; не будет. **218.** а) $y = 20t - 5t^2$; б) $y = 25 + 20t - 5t^2$; 5 с. **219.** 1 с. **220.** 0,7 м. **221.** 2 с; 3 м/с. **222.** Время не изменится; дальность увеличится вдвое. **223.** Увеличить в $\sqrt{2}$ раза. **224.** $s = 2\sqrt{Hh} = 1{,}6$ м. **225.** 11,7 м/с; 59° к горизонту. **226.** $h = \frac{2v^2}{g} = 20$ м. **227.** $x = 10t$; $y = 20 - 5t^2$; $y = 20 - 0{,}05x^2$; а) 2 с; б) 20 м. **228.** 180 м. **229.** 3,1 с; 12 м; 40 м. **230.** 60 м; 140 м. **231.** $4h$. **232.** а) 121, 2 м/с; 70 м/с; б) ≈ 14 с; в) 1697,4 м. **233.** По вершинам квадрата, длины диагоналей которого увеличиваются со временем по закону $2v_0t$, а центр движется вертикально вниз с ускорением свободного падения. **234.** $x = 8{,}7t$, $y = 20 + 5t - 4{,}9t^2$, $y = 20 + 0{,}58x - 0{,}065x^2$; а) $x = 17{,}4$ м, $y = 10$ м; б) 2,6 с; в) 22 м. **235.** а) 0,7 с; б) 0,07 с; в) 3,8 м/с. **236.** В 3 раза, одинаково. **237.** 1 км/с. **238.** 7,57 км/с; 96,5 мин. **239.** $6{,}45 \cdot 10^{23}$ кг. **240.** В 2 раза меньше. **241.** Скорость спутника

Земли в 1,11 раза больше. **242.** $6 \cdot 10^{24}$ кг. **243.** Увеличилось; уменьшилась. **244.** Когда сила притяжения станет больше максимальной силы трения покоя, предмет придет в движение. **245.** Во всех случаях сила трения покоя измеряется произведением массы контейнера на ускорение автомобиля в системе отсчета «Земля». а) Равна нулю; б) по направлению скорости; в) равна нулю; г) по радиусу к центру дуги поворота; д) в сторону, противоположную скорости. **246.** Обоим предметам сообщает ускорение относительно земли сила трения покоя. Если $F_{тр.пред} > ma$, то предмет получит ускорение, равное ускорению поезда, т. е. останется в покое относительно вагона. **247.** 3 м/с^2. **248.** 6000 т. **249.** 0,3. **250.** 500 кг. **251.** 0,01. **252.** 10 Н; 2,5 Н. **253.** 9 Н. **254.** 6 см. **257.** На Луне нет атмосферы. **258.** При падении «плашмя» сила взаимодействия с водой (сопротивление) больше, так как ускорение получает бóльшая масса воды. **260.** В $\left(\frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2}\right)^2 = 49$ раз. **261.** 20 Н; 0,04. **262.** 3 с. **263.** Нарушил. **264.** При рывке сила трения покоя не успевает сообщить ускорение, равное ускорению бумаги; $a > 3$ м/с^2; не изменится. **265.** $0,16 < \mu < 0,2$. **266.** Уменьшить скорость. **267.** 8 м/с; уменьшится в 2 раза. **268.** 40 м. **269.** 0,48. **270.** 2,5 м/с^2. **271.** 15 кН. **272.** 15 см/с^2. **273.** 2 кН. **274.** 2000 т. **275.** $a = (k - \mu)g = 0,5$ м/с^2. **276.** 2,5 кН; 0,5 кН. **277.** 20 м/с^2. **278.** 35 кН. **279.** 100 Н. **280.** 0,2. **281.** $x = \frac{m}{k\rho_1}(\rho_1 g + \rho_1 a - \rho_2 g)$. **282.** 220 Н; 20 Н. **283.** 2,3 кН. **284.** 0,31. **285.** 8 Н. **286.** $\mu = \frac{F_2 - F_1}{F_2 + F_1} \operatorname{tg} \alpha$. **287.** $\mu > \frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha} = 0,58$. **288.** 220 Н; 380 Н; 430 Н. **289.** 3,2 кН. **290.** а) 5 см/с^2; б) 0; в) 2 см/с^2 (движение замедленное). **291.** 3 м/с. **292.** 21 Н. **293.** $\mu = \operatorname{tg} \alpha \frac{h}{b}$. **294.** $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 3,3$ м/с^2. **295.** Скорости тел одинаковы; время движения второго тела в n раз больше. **296.** 6 кН; увеличится в 4 раза. **297.** 15 кН. **298.** 950 Н. **299.** В верхней точке: а) 1,4 Н, вниз; б) 0; в) 12 Н, вверх. В нижней точке: а) 6,6 Н; б) 8 Н; в) 20 Н. **300.** 18 м/с. **301.** 20 м/с; 22°. **302.** $v = \sqrt{gl \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha} = 1,3$ м/с. **303.** $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g \operatorname{tg} \alpha}{d + l \sin \alpha}} = 1,4$ с$^{-1}$. **304.** $F = m\left(\frac{v^2}{l} + g \cos \alpha\right) = 1,5$ Н. **305.** 2 м/с^2; 2,4 Н. **306.** а) mg; б) $2mg$; в) $\frac{4}{3}mg$. **307.** 9,6 м/с^2. **308.** 442 кН; 160 кН. **309.** 32 кН; 16 кН; 8 кН. **310.** 0,2. **311.** $F = m(n - k)(a + \mu g)$. **312.** $a = \frac{g}{4}(1 - \mu) = 2$ м/с^2;

$F_{н1} = \frac{mg}{4}(5 - \mu) = 12$ Н; $F_{н2} = \frac{mg}{2}(3 + \mu) = 16$ Н. **313.** а) 1 Н (вверх); 1,7 м/с^2 (m — вниз); 1,2 Н; б) 0,5 Н (вверх); 0; 2,5 Н; в) 0; 0; 3 Н; г) 0,5 Н (вниз); 0; 3,5 Н; д) 1 Н (вниз); 1 м/с^2 (m — вверх); 4,5 Н. **314.** 10^5 кг · м/с; $2,5 \cdot 10^4$ кг · м/с. **315.** 30 м/с. **316.** Свинцового больше в 1,5 раза. **317.** $2 \cdot 10^7$ кг · м/с. **318.** 1 кг · м/с; 2 кг · м/с; 20 Н; 200 Н. **319.** 800 Н; 250 Н. **320.** 16 кг · м/с; 48 кг · м/с; 16 Н. **321.** 2 кг · м/с. **322.** 14 кг · м/с; 20 кг · м/с; 0. **323.** 1 м/с. **324.** На 0,04 м/с. **325.** 0,24 м/с. **326.** 0,1 м/с. **327.** а) 2,25 м/с; б) 0,75 м/с; в) −0,25 м/с (в противоположном направлении). **328.** На 0,02 м/с. **329.** 7,1 м/с; 7,1 м/с. **330.** 0,75 м/с. **331.** 0,4 Дж. **332.** 47 кДж. **333.** 26 Дж. **334.** 45 кДж. **335.** 1,4 кДж. **336.** 700 кДж. **337.** 1 : 3. **338.** а) −5 Дж; б) 5 Дж; в) 0. **339.** 1 кДж. **340.** 180 Дж; 320 Дж; 500 Дж. **341.** Кинетическая энергия шайбы в 3 раза больше. **342.** 200 ГДж. **343.** 120 Дж. **344.** Импульс самосвала в 3 раза больше, а энергия — в 2 раза меньше. **345.** 2 кг; 4 м/с. **346.** $E_к = \frac{mgl \sin\alpha \operatorname{tg}\alpha}{2} = 0,3$ Дж. **347.** 5 м. **348.** 4,5 кДж. **349.** −16 Дж; 4 Дж; −12 Дж; 12 Дж. **350.** 1 кДж. **351.** 32 Дж; характеризует жесткость пружины; потенциальную энергию. **352.** 0,3 Дж. **353.** 0,5 Дж. **354.** 2 Дж. **355.** 1 : 3 : 5. **356.** 1,2 Дж. **357.** −4 Дж; 4 Дж; −4 Дж. **358.** 8 Дж. **359.** 5 Дж. **360.** 60 Дж; 90 Дж. **361.** $h = \frac{v_0^2}{4g} = 2,5$ м. **362.** 20 Дж; 2,5 Дж. **363.** а) 14,1 м/с; б) $\sqrt{2gh}$. **364.** $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$. **365.** 60°. **366.** 1,5 м. **367.** $F_н = mg(3 - 2\cos\alpha)$. **368.** 7 mg; mg. **369.** На 6 mg. **370.** 4,47 м/с. **371.** а) Увеличится в 2 раза; б) увеличится в $\sqrt{2}$ раза; в) уменьшится в $\sqrt{2}$ раза. **372.** $v = \sqrt{\frac{x(kx - 2mg)}{m}}$. При выстреле вертикально вверх скорость меньше. **373.** 6 кН. **374.** Разорвется, так как возникшая сила упругости равна 50 Н. **375.** $\frac{A_1}{A_2} = \frac{2kl}{\mu mg} = 10$. **376.** 240 кДж; −30 кДж; 210 кДж. **377.** 6 МДж; 3 МДж. **378.** −400 кДж; −400 кДж. **379.** 900 кН. **380.** 10 м/с. **381.** 0,05; 36%. **382.** Одинаковые. **383.** $v = \sqrt{2gl(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$. **384.** $\mu = \frac{h}{b + s} = 0,05$. **385.** $\mu = \frac{Mh}{ml}$. **386.** 1 кДж. **387.** $\mu = \frac{Fx}{2mgl}$. **388.** 200 кДж; −500 кДж; −900 кДж; 600 кДж; 3 кН. **389.** −60 кДж. **390.** −0,6 кДж; −0,48 кДж. **391.** −10 МДж. **392.** 30 Н. **393.** 143 МВт. **394.** 30 кН. **395.** 0,6 кВт. **396.** 2,4 МВт. **397.** 2,4 м/с. **398.** 27 кВт. **399.** 68 кВт. **400.** 12 кДж; 66%. **401.** 88%. **402.** 75%. **403.** 0,004 м/с; 0,004 м^3/с. **404.** 1,6 м/с. **405.** 4,9 м/с. **406.** Мячик бу-

дет находиться на оси струи, где наибольшая скорость и наименьшее давление. При перемещении шланга край шарика попадает в область большего давления и шарик следует за струей. **407**. Так как в узком сечении (по з-ну Бернулли) давление меньше. **408**. 1380 л. **410**. Нельзя, так как по закону Бернулли давление в струе воздуха понижается в местах сужения. **411**. 0,25 с; 4 Гц. **412**. Комар больше на 24 000 взмахов. **413**. 80 см. **414**. Больше при полете за нектаром: $\Delta n = s\left(\frac{\nu_1}{v_1} - \frac{\nu_2}{v_2}\right)$; $\Delta n = 5000$. **415**. а) Отвести; б) толкнуть. **416**. 4 см. **417**. 200 г. **418**. Второй в 2 раза дальше. **419**. 0,5 м; 0,8 с; 1,25 Гц; 3,125 Н. **420**. 4 кг. **421**. 100 г. **422**. Уменьшится в 2 раза. **423**. 2,8 Дж; 3,8 м/с. **424**. Уменьшится в $\sqrt{3}$ раза. **425**. 9 : 1. **426**. Увеличится в 12 раз. **427**. 10,1 м/с^2. **428**. Будут отставать во всех случаях. **429**. 18 см; 50 см. **430**. $A_2 = \frac{A_1}{2}$; $T_2 = \frac{T_1}{2}$; $\nu_2 = 2\nu_1$. **431**. 10 см; 0,2 с; 5 Гц. **432**. в), г), д), ж). **433**. Используется явление резонанса. **434**. Да. Надо подавать команду через промежутки времени, равные периоду собственных колебаний автомобиля. **435**. От натяжения сетки и массы спортсмена. **436**. Период собственных колебаний у нагруженной машины больше, поэтому скорость, при которой наступает резонанс, меньше. **437**. 2,7 км/ч. **438**. 0,5 с; 2 Гц. **439**. 2,4 м/с. **440**. 100 м. **441**. $\frac{\pi}{6}$; π; $\frac{3\pi}{2}$; 2π; $\frac{7\pi}{3}$. **442**. 79 Гц; 1360 Гц. **443**. 3,8 м; 3,8 см. **444**. Примерно 5 км. **445**. 100 м/с. **446**. 20 м/с. **447**. 20 км. **448**. Длина волны увеличится в 4 раза. **449**. Комар, так как он издает более высокий звук. **450**. У работающей электродрели меньше частота и ниже высота тона. **451**. 0,4 с. **452**. 420 м. **453**. Вследствие многократного отражения от стен и потолка на основной звук накладывается отраженный. **454**. 200 моль. **455**. 22 кг. **456**. 1,5 л. **457**. У свинцового масса в 1,7 раза, а объем в 1,1 раза больше. **458**. 2 м^3; 2 м^3. **459**. $3{,}3 \cdot 10^{-27}$ кг; $1{,}7 \cdot 10^{-27}$ кг. **460**. $1{,}4 \cdot 10^{22}$. **461**. $3 \cdot 10^{24}$. **462**. $1{,}2 \cdot 10^{20}$. **463**. $\frac{N_A}{M}$; $\frac{N_A \rho}{M}$; $\frac{N_A m}{M}$; $\frac{N_A \rho V}{M}$. **464**. 0,01 мг; 1 мг. **465**. $6{,}9 \cdot 10^{10}$ м; больше в 180 раз. **466**. $3{,}9 \cdot 10^{18}$. **467**. Около 10^6. **468**. $d = \sqrt[3]{\frac{M}{2N_A \rho}}$; $d = 2{,}8 \cdot 10^{-10}$ м. **469**. Увеличилась в 2 раза. **470**. Давление кислорода в 16 раз больше. **471**. Увеличится в 3 раза. **472**. 0,11 МПа. **473**. 710 м/с. **474**. $2{,}3 \times 10^{25}$ м$^{-3}$. **475**. 493 м/с; 461 м/с. **476**. 10^{-21} Дж. **477**. Увеличится в 6 раз. **478**. 27 °С. **479**. 127 °С. **480**. На 10%. **481**. $6 \cdot 10^{-21}$ Дж; 2×10^{26} м$^{-3}$. **482**. 725 К. **483**. В 3,9 раза. **484**. 1,9 км/с. **485**. В 4 раза.

486. 774 К. **487.** В 1,12 раза. **488.** $\frac{\overline{v^2}}{3kT}$. **489.** В $6 \cdot 10^6$ раз. **490.** 3×10^{25} м$^{-3}$; $\approx 6{,}2 \cdot 10^{-21}$ Дж; $\approx$ 480/с; 300 К. **492.** 600 м/с; 590 м/с. **493.** 4 моль. **494.** 8,2 МПа. **495.** 100 кПа. **496.** 45,7 кг. **497.** 2 л. **498.** Водород в 22 раза. **499.** Увеличивать ординаты всех точек: а) в 1,5 раза; б) в 2 раза. **500.** В 1,7 раза. **501.** Плотность метана в 2 раза меньше. **502.** 0,029 кг/моль. **503.** 64,4 кг/м^3. **504.** 1,49 кг/м^3. **505.** $\Delta m = \frac{pShM}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = 2$ кг. **506.** $m < \frac{M\rho V}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$; $m < 17{,}7$ г. **507.** 9,5 л. **508.** 810 кПа. **509.** 3,36 м/с. **510.** 677 °С. **511.** Увеличился в 1,6 раза. **512.** Имеется; надо спустить часть воздуха. **513.** 100 кПа. **514.** Так как с увеличением объема воздуха уменьшается его давление. Открыть пробку. **515.** Увеличится в 1,5 раза; уменьшится в 1,33 раза. **516.** 100 кПа. **517.** 90 мл. **518.** 50 см^3. **519.** 16 мм^3. **520.** 210. **521.** 60 Н; 40 Н. **522.** 2 мин. **523.** $\frac{(n-1)h}{2(n+1)}$. **524.** 12,3 см. **525.** 778 мм рт. ст. = = 105,81 кПа. **526.** 3,5 кг/м^3. **527.** 7 л. **528.** 93 °С. **529.** 100 см^3. **530.** На 1 см. **531.** 27 °С. **532.** Обратно пропорциональная. **533.** 39 °С. **536.** 65 кПа. **537.** 77 °С. **538.** 210 кПа (сверх атмосферного). **539.** 7 °С. **540.** 127 °С. **541.** а) При большем объеме угол наклона графика меньше; б) при большей массе угол наклона графика больше. **542.** $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\mathrm{tg}\,\alpha_2}{\mathrm{tg}\,\alpha_1}$. **543.** Увеличивается. **545.** 1—2 — оставался постоянным; 2—3 — увеличивался пропорционально T; 3—4 — увеличивался; 4—1 — уменьшался пропорционально T. **548.** Не был. **549.** Насыщенный. **550.** При $t \leqslant 11$ °С. **551.** 2,6 мг. **552.** 21 мг. **553.** 0,24 Па. **554.** При 40 °С в 4,34 раза больше. **555.** В 12 раз. **556.** Уровень воды в трубке опустится до ее уровня в сосуде. **557.** Нельзя. **558.** 2,2 кПа. **559.** Температура кипения воды повышается, так как над поверхностью воды поддерживается примерно удвоенное давление. **560.** Нет, это туман — мельчайшие капельки воды. **566.** 50%. **567.** 73,5%. **568.** 59%. **569.** Увеличится на 19%. **570.** Не выпадет. **571.** 75%. **572.** 2,1 г. **573.** Изохорно охладить до 11 °С; изотермически сжать до 27,7 л; уменьшать объем, соответственно снижая температуру. **574.** Правильны. **575.** 60%; 0,96 кПа; 7,3 г/м^3. **576.** 7 °С; 10 °С. **578.** 2,4 мН; 48 мкДж. **579.** 1,3 мН. **580.** 28 мг. **581.** 0,074 Н/м. **582.** Уменьшится в 1,2 раза. **583.** 73 мН/м. **584.** В первом случае вода не смачивает поверхность листа, а во втором — смачивает. **585.** Перья гуся покрыты тонким слоем жира, вследствие чего не смачиваются водой. **586.** Чтобы закрыть капилляры в штукатурке, так как иначе масло будет впитываться в капилляры, а красящий порошок оставаться на поверхности и легко осыпаться. **587.** Вслед-

ствие капиллярного поднятия воды. **588**. 11,7 мг. **589**. 7,3 см. **590**. Да, пока сила поверхностного натяжения больше или равна силе тяжести, действующей на воду. **591**. Вода в 2,4 раза больше. **592**. 0,47 мм. **593**. 820 кг/м^3. **594**. 5,1 мм. **595**. Уменьшится. **596**. 22 мН/м. **597**. Вследствие анизотропии расширение в разных направлениях может быть различным. **598**. Да, но только монокристаллы и жидкие кристаллы. **599**. Сила отталкивания между частицами, находящимися в узлах кристаллической решетки, при сжатии возрастает интенсивнее, чем сила притяжения между этими же частицами при растяжении. **600**. а) Сжатие; б) изгиб; в) растяжение; г) кручение; д) кручение и сжатие; е) сдвиг. **601**. Сдвиг и кручение. **602**. Изгиб и кручение. **604**. 32 МПа. **605**. В проволоке большого диаметра напряжение в 9 раз меньше. **606**. 0,002; 1 МПа. **607**. 0,0005; 1 мм. **608**. 210 МПа. **609**. В 2,1 раза. **610**. 3 мм; 10^{-3}. **611**. 20 ГПа. **612**. 52,5 Н. **613**. В 4 раза. **614**. Абсолютное удлинение уменьшилось в 4 раза, а относительное — в 2 раза. **615**. Уменьшится в 2 раза. **616**. 0,66 ГПа. **617**. Более 13. **618**. $h = \frac{\sigma_{пч}}{\rho g}$; 135 м. **619**. $l_0 = \frac{m_2 l_1 - m_1 l_2}{m_2 - m_1}$. **620**. 37,4 кДж. **621**. На 12,5 кДж. **622**. Гелия больше в 10 раз. **623**. Увеличивается; уменьшается; не изменяется. **624**. $U = \frac{3pV}{2} =$ $= 9$ МДж. **625**. Уменьшилась в 3 раза. **626**. $U_1 = U_2$. **627**. 220 Дж. **628**. 11,07 кДж. **629**. $A = \nu R \Delta T$. **630**. Работа, совершаемая водородом, в 16 раз больше. **631**. 1,7 кДж; 5,8 кДж. **632**. 3,3 МДж; 6,1 МДж. **633**. 0,3 кДж. **634**. 12,5 кДж; 43,8 кДж; 31,3 кДж. **635**. В $\frac{c_p M}{R}$ раз. **636**. В $\frac{c_p M}{c_p M - R} = 1,4$ раза. **637**. $Q = \frac{5}{2}\nu R \Delta T$. **638**. 0,6; 0,4. **639**. 5,2 кДж/(кг · К). **642**. См. рис. 131.

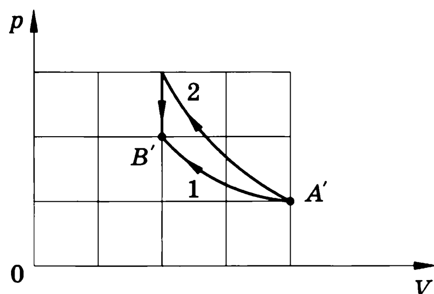


Рис. 131

643. 1. 300 К, 420 К, 250 Дж/(кг · К); 2. 340 К, 420 К, 500 Дж/(кг · К). **644**. 92 г; 58 г. **645**. 2,2 кДж/(кг · К). **646**. 80 л и 120 л. **647**. 55 °С.

648. 16 мин; 700 л. **649.** Внутренняя энергия пара больше. **650.** 53%. **651.** 89 °С. **652.** Через 12 мин; 0,15 г. **653.** 3,5 кВт. **654.** 33 г. **655.** 6,3%. **656.** Внутренняя энергия расплавленного свинца на 15 кДж больше. **657.** 400 К. **658.** 22 кг. **659.** 40 т. **660.** 60 кДж/кг. **661.** 9. **662.** 23 г. **663.** $2{,}26 \cdot 10^6$ Дж/кг. **664.** 420 г; 80 г. **665.** 0,51 кг. **666.** На 1,6 °С. **667.** $\Delta t = \frac{kgh}{100c}$. **668.** Первый. **669.** На 120 К. **670.** На 8 К. **671.** $\Delta t = \frac{kgl\cos\alpha}{100c}$. **672.** $\Delta t = \frac{9v^2}{8c}$. **673.** 350 м/с. **674.** 38%; 32%. **675.** Рабочая смесь. **676.** 23%; 46 кДж; 14 кВт. **677.** 30%; 400 К. **678.** 42,3%; 46,18 кДж; 8,45 м. **679.** 8,5 кВт. **680.** 2 л. **681.** 0,1 л. **682.** 1 мН. **683.** 10 см. **684.** Увеличить в 2 раза. **685.** а) 4 мН, 3 мН; б) 4 мН, 1 мН. **686.** 10^{11}. **687.** 0,25 мкКл; 0,5 мкКл; −1,5 мкКл. **688.** В $4{,}2 \cdot 10^{42}$ раза. **689.** $x = 1{,}25r$. **690.** 2 мН. **691.** В точке C в 2,25 раза больше. **692.** В 1 см от меньшего и в 3 см от большего заряда. **693.** $F = \frac{q^2}{\pi\varepsilon_0 a^2}$. **694.** Любой, в 10 см от заряда −10 нКл и в 20 см от заряда 40 нКл. **695.** 24 мкН; 32 мкН. **696.** а) Одинаковые; б) угол отклонения второго больше. **697.** 1,32 мкКл. **698.** 200 В/м. **699.** 24 мкН. **700.** $1{,}76 \cdot 10^{15}$ м/с^2. **701.** 40 кВ/м; 10 кВ/м. **702.** а) 0,125 кВ/м; б) 200 кВ/м, −75 кВ/м; в) −200 кВ/м, 75 кВ/м; г) 0, −125 кВ/м. **703.** а) 576 кВ/м; б) 432 кВ/м. **704.** На прямой, соединяющей заряды, на расстоянии $a/3$ от меньшего и $2a/3$ от большего; на той же прямой на расстоянии a от меньшего и $2a$ от большего. **705.** а) 70 кВ/м, 10 кВ/м; б) 50 кВ/м, 50 кВ/м. **706.** На 3°. **707.** $E = \frac{3q^2}{2\pi\varepsilon_0 a^2}$. **708.** Прямолинейное, равноускоренное; $y = \frac{mg}{qE}x$. **710.** Положительный. **711.** В первом. **712.** Больше в случае разноименных зарядов. **714.** Не останется. **715.** Уменьшались, причем во втором случае больше. **716.** При заземлении заряд одного знака стекает с гильзы и сила притяжения увеличивается. **718.** 1,4 мкКл/м^2; 0; 90 кВ/м. **719.** $E = \frac{\sigma}{9\varepsilon_0}$. **720.** Увеличилась. **721.** 20 кВ/м. **722.** Отклонится; не отклонится; отклонится. **723.** 120 В/м; 70 В/м; 420 В/м. **724.** 900 В/м. **725.** 20 нКл. **726.** Увеличить в 9 раз. **727.** Уменьшить в 1,45 раза. **728.** 2. **729.** 20 см. **730.** $\varepsilon = \frac{\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\operatorname{tg}\frac{\beta}{2}\sin^2\frac{\beta}{2}} = 1{,}7$. **731.** 20 нКл. **732.** 10 мкДж; −10 мкДж. **733.** −0,5 мкДж; 0,5 мкДж; 20 В. **734.** 40 нКл. **735.** 30 мкДж; −30 мкДж; 6 кВ; −30 мкДж; 30 мкДж; 6 кВ. **736.** $1{,}6 \cdot 10^{-17}$ Дж; $-1{,}6 \cdot 10^{-17}$ Дж; 5,9 Мм/с. **737.** 5 Дж. **738.** −2,27 кВ.

739. $\Delta\varphi = \frac{mv^2}{2q} = 4{,}2$ МВ. **740.** Кинетическая энергия α-частицы в 2 раза больше, а скорость в $\sqrt{2}$ раза меньше. **741.** 20 кВ/м. **742.** а) ±6 кВ; б) 0; в) ±4,2 кВ. **743.** 3,5 кВ. **744.** 3000. **745.** Не будет; не будет; будут. **746.** Одинаковы. **747.** $E_C > E_D$; $\varphi_C > \varphi_D$.

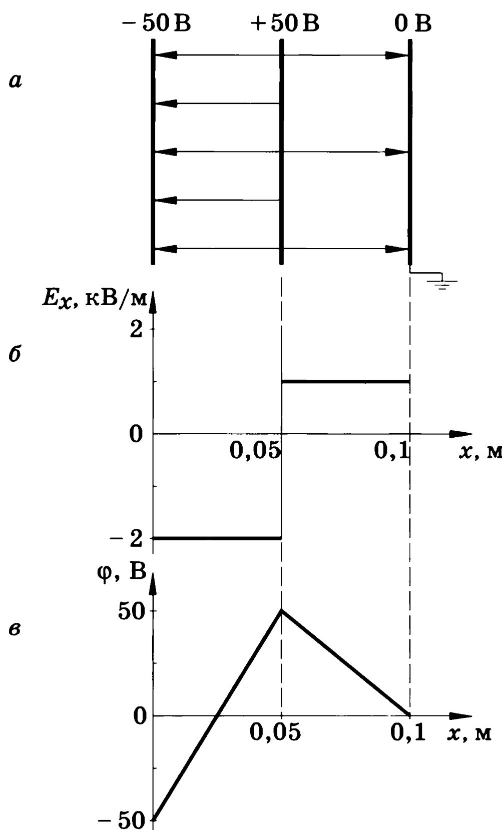


Рис. 132

748. См. рис. 132. **749.** Увеличилась на 1,5 кВ/м; уменьшилась на 0,5 кВ/м. **750.** 4 МкВ/м. **751.** 59 мкКл/м^2. **752.** На второй в 100 раз больше. **753.** На втором в 5000 раз больше. **754.** 20 пФ. **755.** 2,9 мКл. **756.** Нельзя. **757.** Увеличится в 1,5 раза. **758.** Увеличится в 2,73 раза. **759.** 8. **760.** Сблизить пластины, ввести диэлектрик; раздвинуть пластины, уменьшить рабочую площадь пластин. **761.** 560 пФ. **762.** 1 см. **763.** 3,1 мкКл. **764.** а) Не изменился, увеличилось в 3 раза, не изменилась; б) уменьшился в 3 раза, не изменилось, уменьшилась в 3 раза. **765.** 580 пФ; 1,4 мкКл; 1,7 МДж; 53,5 Дж/м^3. **766.** 36 Дж; 15 кВт.

767. Увеличится в 16 раз. **768.** На конденсатор меньшей емкости надо подать в 3 раза большее напряжение. **769.** 800 нДж. **770.** 220 мкДж. **771.** 97 мДж/м^3. **772.** а) Уменьшится в 2,5 раза. Энергия расходуется на поляризацию диэлектрика; б) увеличится в 2,5 раза. Энергия пополняется за счет источника тока. **773.** а) Уменьшилась в 2 раза, не изменилась; б) увеличилась в 2 раза, увеличилась в 4 раза. **774.** 100 В; 0,1 Дж. **775.** 0,1 А. **776.** 200 м. **777.** Уменьшится в 4 раза. **778.** 4,8 А/мм^2. **779.** 315,2 кг. **780.** а) Нельзя; б) можно. **781.** 20 мВ/м. **782.** 1,5 В. **783.** 1 : 2 : 3. **784.** 2 А; 2 Ом; 8 В; 12 В. **785.** 100 м. **786.** Второй. **787.** 0,48 В. **788.** Лампочка не горит, вольтметр показывает примерно 2 В, показание амперметра близко к нулю. **789.** 0,049 Ом; 0,015 Ом. **790.** 820 Ом; 2460 Ом. **791.** 19,8 кОм; 2,2 Ом. **792.** 2, 3, 4, 6, 9, 12, 18 кОм. **793.** Увеличится в $\frac{(n+1)^2}{n}$ раз. **794.** 2 Ом. **795.** Увеличатся в 2 раза. **796.** Первая лампа значительно ярче других. а) При выключении первой другие гореть не будут; при выключении второй (или третьей) оставшиеся горят одинаково с неполным накалом; б) при закорачивании первой оставшиеся горят в полный накал; при закорачивании второй (или третьей) первая лампа горит в полный накал. **797.** 400 Ом; 100 Ом; 100 Ом; 40 В; 0,1 А; 0,4 А. **798.** а) 0,9 Ом; б) 2,1 Ом; в) 2,4 Ом; г) 1,6 Ом; д) 2,5 Ом; е) 2,1 Ом. **799.** $U_2 = U_3 = 30$ В; $I_2 = 3$ А; $I_1 = I_4 = 5$ А; $U_1 = 10$ В; $U_4 = 20$ В; $U_{AB} = 60$ В. **800.** 57,7 Ом; $I_1 = I_2 = 1{,}73$ А; $U_1 = U_2 = 36{,}4$ В; $U_3 = 27{,}3$ В; $I_3 = 1{,}3$ А; $I_4 = I_5 = I_6 = 0{,}433$ А; $U_4 = U_5 = U_6 = 9{,}09$ В. **801.** Лампочки соединить последовательно и параллельно первой из них подключить реостат, установив сопротивление примерно 23 Ом. **802.** 12,5 Ом, 0,98 Вт; 0,27 А, 810 Ом. **803.** 600 Вт; 300 Вт; 1200 Вт. **804.** Вторая, в 1,5 раза. **805.** 240 Вт. **806.** Сопротивление лампы мощностью 40 Вт больше, а при последовательном соединении выделяемая мощность прямо пропорциональна сопротивлению участка. **807.** Увеличилась в 1,1 раза. **808.** 50%. **809.** 50 А. **810.** Чтобы ограничить мощность, не увеличивая габариты прибора. **811.** 2,2 кВт; ≈ 91%. **812.** 69 м. **813.** 53 г. **814.** 18 Дж. **815.** 2 А; 10 В. **816.** $\frac{\mathcal{E}}{2}$. **817.** 2 Ом. **818.** 1 А; 9 кДж; 8,4 кДж; 0,6 кДж. **819.** Амперметра — увеличатся, вольтметра — уменьшатся. **820.** 5,5 А. **821.** 4,5 В; 1 Ом. **822.** 18 В; 2 Ом. **823.** 0,2 Ом; 12 В. **824.** 4 В; 2 В. **825.** 32 В; 30 В; 6 кВт. **826.** 20 А; 130 В; 120 В; 2,4 кВт; 40 Вт; 160 Вт. **827.** 15 кг. **828.** 6 Ом; 33%; 67%. **829.** Увеличилась в 1,23 раза. **830.** Увеличится в 5 раз; уменьшится в 1,8 раза; увеличится в 2,8 раза. **831.** N — за плоскость чертежа. **832.** Справа «+». **833.** 0,04 Тл. **834.** 5 А. **835.** 0,1 Н · м. **836.** 0,32 мН · м; 0,41 мН · м. **837.** 50 мТл. **838.** а) 2 мВб; б) 1,4 мВб; в) 1 мВб. **840.** 40 мТл.

841. 50 мН. **842**. 20 мТл. **843**. $B = \frac{mg\,\text{tg}\,\alpha}{Il}$. **844**. 8 мДж. **845**. Вниз. **846**. В точке C потенциал меньше, чем в точке D. **847**. 0,32пН. **848**. 5,6 мТл. **849**. 96 км/с. **850**. $R = \frac{\sqrt{2mW_к}}{eB} = 5{,}8$ см. **851**. а) Для α-частицы в 2 раза больше; б) одинаковы. **852**. $T = \frac{2\pi m}{eB} = 8{,}9$ нс. **853**. 1000 км/с. **854**. $\frac{q}{m} = \frac{2U}{R^2B^2}$. **855**. 6 км/с; 0,6 мкТл; 0,18 м. **856**. 2000; 1000. **857**. Увеличится в 1,75 раза. **858**. 22 В/м. **859**. $2 \cdot 10^{17}$. **860**. 0,25 мм/с. **861**. Во втором в 4 раза больше. **862**. $v = \frac{E}{en\rho} = 0{,}5$ мм/с. **863**. 0,15 мм/с. **864**. 250 °C. **865**. 0,004 $К^{-1}$. **866**. В момент включения сила тока во много раз больше номинальной, так как сопротивление холодной нити мало, но там где спираль плотнее или нить тоньше, возникает перегрев. **867**. Резко увеличивается сила тока, а следовательно, и падение напряжения в подводящих проводах. **868**. Уменьшится на 11%. **869**. 2500 °C. **870**. $1{,}4 \cdot 10^{-7}$ Ом · м. **871**. $\frac{nM}{\rho N_А} = 6{,}7 \cdot 10^{-10}$. **872**. Дырочной; электронной. **873**. Фосфор, мышьяк, сурьму. **874**. Уменьшилось в 3 раза. **875**. График 2 — к освещенному; применим только при постоянном освещении; в 3 раза. **876**. 2,5 кОм. **877**. 100 Ом; 100 кОм. **878**. 11,4 мА. **879**. 1,2 Мм/с. **880**. 680 км/с; 340 км/с. **881**. 180 В. **882**. 4 нс. **883**. 1,6 нс. **884**. $U = \frac{4ydW_к}{ex^2} = 3{,}2$ кВ. **885**. $y = \frac{Ex^2}{4U} = 0{,}5$ см. **886**. Увеличится. **887**. а), б) Не изменится; в), г), д), е), и) увеличится; ж), з) уменьшится. **888**. Одинаково; в ванне A больше. **889**. 46 мг. **890**. 0,3 мг/Кл. **891**. 6 г. **892**. 4,3 ч. **893**. 2,04 мг/Кл. **894**. Масса железа в 1,53 раза больше. **895**. 0,05 моль. **896**. 3,1 сут; 15 МВт · ч. **897**. Для алюминия в 50 раз больше. **898**. 330 кВт · ч. **899**. 0,13 МДж. **900**. 16,7 мин. **902**. 31 мкм; 19 мкм. **903**. 80 нА. **904**. 3,1 МВ/м; 2300 км/с. **905**. 1,8 мм. **906**. 2 мм. **908**. 20 кА; 40 ТВт; 200 ГДж. **909**. Внизу больше напряженность поля; за счет конвекции. **910**. 0,1%; слабая. **911**. $T \sim \frac{W}{k}$; $T \sim 8 \cdot 10^4$ К. **913**. а), г) Не будет; б), в), д) будет. **914**. У первого и второго — одинаковое, у третьего — больше. **915**. Против движения часовой стрелки; по часовой стрелке. По часовой стрелке; против часовой стрелки. **916**. Совпадает с направлением вращения магнита. **919**. Ускорение больше при меньшем сопротивлении и большей скорости. **920**. Линейному. **921**. 1 В. **922**. 60 мВб/с. **923**. 80. **924**. 10 В/м. **925**. $q = \frac{\Delta\Phi}{R} = 400$ мкКл. **926**. $q = \frac{BRS}{2\rho} = 0{,}1$ Кл. **927**. 5 А.

928. 5 мВ. **929**. 5,8 м/с. **930**. а) 0,5 А; б) 0,7 А; в) 0,3 А. Влево со скоростью 10 м/с. **931**. 0,1 мГн. **932**. 2 мВб. **933**. 2,5 мГн. **934**. 100 В. **935**. Индуктивность обмоток электродвигателя велика, и надо увеличить время размыкания цепи, чтобы уменьшить ЭДС самоиндукции. **936**. а) Накал лампочки на мгновение уменьшается; б) накал вновь становится полным; в) на мгновение лампочка ярко вспыхивает. **937**. 120 Дж; уменьшится в 4 раза. **938**. 2 А. **939**. 2,5 Дж. **940**. 0,56 Дж; 14 В. **941**. 91 мс; 16 Дж. **942**. а) Уменьшилась в 2 раза; б) уменьшилась в 2 раза; в) уменьшилась в 4 раза. **943**. 20 В. **944**. 120 мкДж; 40 мкДж. **945**. $I_m = U_m\sqrt{\frac{C}{L}} = 0{,}1$ А. **946**. 1 мА; 200 В. **947**. 7. **948**. 0,5 А; $5 \cdot 10^{-3}$ Дж; $3{,}2 \cdot 10^{-3}$ Дж; 0,3 А. **949**. $i = -0{,}01\pi \sin 10^4\pi t$; 0,2 мс; 5 кГц; 1 мкКл; 31,4 мА. **950**. $q = 10^{-4} \cos 500t$; $i = -0{,}05 \sin 500t$; $u = 100 \cos 500t$; 50 мА; 100 В. **951**. $q = 8 \cdot 10^{-6} \cos 10^5\pi t$; $u = 20 \cos 10^5\pi t$; $i = -2{,}5 \sin 10^5\pi t$; 20 В; 2,5 А; 25 мкГн. **952**. $t = \frac{T}{6}$. **953**. 25 нс. **954**. 0,866; 0,0833. **955**. 250 нс; 4 МГц; увеличится в 3 раза. **956**. От 710 кГц до 71 МГц. **957**. 5,1 мкГн. **958**. Уменьшится в 1,25 раза. **959**. 0,01 мкФ. **960**. $7{,}5 \cdot 10^{-5}$Дж. **961**. Увеличится в 3 раза; увеличится в 3 раза. **962**. $\Phi = 0{,}008 \sin 16\pi t$; $e = 0{,}4 \cos 16\pi t$; 0,4 В. **963**. $e = 0{,}1\pi \cos 10\pi t$; нормаль к плоскости рамки перпендикулярна линиям индукции; 5 $с^{-1}$; 0,01 Вб, 0,314 В. **964**. 100. **965**. а) Параболу; б) синусоиду. **966**. Будет; не будет. **967**. 50 В; 0,4 с; 2,5 Гц; $e = 50 \cos 5\pi t$. **968**. 100 В; 0; −200 В. **969**. 12 А; 8,5 А. **970**. 610 кВ. **971**. $u = 310 \cos 100\pi t$; $i = 6{,}2 \cos 100\pi t$. **972**. $\frac{\pi}{3}$; $\frac{2\pi}{3}$; $\frac{4\pi}{3}$; $\frac{5\pi}{3}$. **973**. Половину. **974**. а) Увеличивается; б) увеличивается. **975**. 0,8 кОм; 0,1 кОм. **976**. 36 мкФ. **977**. а) Уменьшится; б) увеличится. **978**. 63 Ом; 0,5 кОм. **979**. 0,16 Гн. **980**. а) Первой увеличится, второй уменьшится; б) первой уменьшится, второй увеличится. **981**. а) Не изменились; б) увеличились от 0 до некоторого значения; в) уменьшились. **982**. 1,6 мкФ. **983**. 10 кГц. **984**. Частота вращения вала у гидротурбины значительно меньше, чем у паровой турбины. **985**. Недопустимо, так как катушка может перегореть. **986**. $\frac{1}{3}$; 2520; в первичной. **987**. 550; 30. **988**. 20 В. **989**. I_2 — увеличится; U_2 — уменьшится; I_1 — увеличится; U_1 — практически не изменится. **990**. $e = 311 \cos 100\pi t$; 220 В. **991**. 10; 90,9%. **992**. Можно, система отсчета должна двигаться со скоростью электронного луча. **993**. Направление линий индукции изменится на противоположное. **994**. Нельзя. Если система отсчета будет двигаться со скоростью упорядоченного движения электронов, то положительные ионы решетки движутся со скоростью сис-

темы отсчета в противоположном направлении. Направление линий индукции останется прежним, так как результирующая скорость электронов и ионов решетки останется неизменной. **995**. При грозовом разряде возбуждаются в основном средние и длинные волны. **996**. 1 мкс. **997**. 4 м. **998**. 11,5—12,5 МГц. **999**. Увеличивается. **1000**. 0,28 мкФ. **1001**. Увеличить в 1,54 раза. **1002**. 2450 м. **1003**. 206—619 м. **1004**. 1000 м. **1005**. 38 м. **1006**. 500. **1007**. Через 2 ч 13 мин 20 с. **1008**. 0,24 с. **1009**. 30 км. **1010**. 0,25 мкВт/м^2. **1011**. 12 мВт/м^2. **1012**. $2 \cdot 10^{-11}$ Дж/м^3. **1013**. 66 мВт/м^2. **1014**. 4 В/м. **1015**. 5000. **1016**. 4000; 37,5 км. **1017**. 300 км. **1018**. 120 м; 90 км. **1019**. 8 мин 20 с. **1020**. $4{,}07 \cdot 10^{16}$ м. **1021**. $c = 4lN\nu$ = 315 000 км/с. **1022**. 300 400 км/с. **1023**. 35°. **1026**. Нормаль к поверхности зеркала должна составлять с вертикалью угол: а) $45° - \frac{\alpha}{2} = 35°$; б) $135° - \frac{\alpha}{2} = 125°$. **1027**. Приближаться к берегу. **1028**. На 37 см. **1029**. Не будет. **1030**. $h = H\frac{\sin(\beta + \alpha)}{\sin(\beta - \alpha)}$. **1031**. $1{,}24 \cdot 10^8$ м/с. **1032**. В спирте в 1,2 раза больше. **1035**. 1,47. **1036**. 19°; 28°. **1037**. 48,3°. **1038**. 50,6°. **1039**. При $n = 1$ или $\alpha = 0$. **1040**. 28,5°. **1041**. 47,4°; а), б) не зависит. **1042**. 74°. **1043**. 58°. **1044**. 39°. **1046**. Будет смещаться вправо параллельно первоначальному положению. **1047**. 15 см. **1048**. 3,4 м. **1050**. 1,2 см. **1051**. $a = d\frac{\sin(\alpha - \gamma)}{\cos\gamma}$; $a = d\frac{\sin(\alpha - \gamma)}{\sin(90° - \gamma)}$, так как $\alpha < 90°$, то $a < d$. **1052**. Перемещался параллельно своему первоначальному направлению, удаляясь от фонаря. **1053**. а) Зеркало; б) призма. **1055**. Увеличивается. **1056**. 1,8. **1057**. 39°. **1058**. 56°. **1059**. а) На 13° вниз; б) на 20° вверх. **1060**. 10 см; 15 см. **1061**. 6 см; −12 см. **1062**. $L = \frac{D \pm d}{D}F$. **1063**. а) Собирающая; б) рассеивающая. **1064**. 50 см; увеличенным в 4 раза. **1065**. 1,5. **1066**. 20 дптр. **1067**. $\Gamma = \frac{|F|}{|d - F|}$. **1068**. 16 см. **1069**. 50 см. **1070**. −7,5 дптр. **1071**. В 3 раза. **1072**. $\frac{mF}{m + 1}$; $m + 1$. **1073**. 30 см; 60 см. **1074**. 2,4 дптр; 0,5 м. **1078**. 390 ТГц; 750 ТГц. **1079**. $2 \cdot 10^6$. **1080**. 0,53 мкм; красный, так как воспринимаемый глазом цвет зависит не от длины волны, а от частоты. **1081**. 0,6 мкм. **1082**. 1°. **1083**. Черными. **1084**. Нет. **1085**. Верх — фиолетовый, низ — красный. **1086**. Источниками будут точка S и ее мнимое изображение. **1087**. а) Усиление; б) ослабление. **1088**. $\delta = S_1O - S_2O = 0$. **1089**. а), б), в) Ослабление. **1090**. Полное гашение. **1091**. 2,4 мм. **1092**. а), б) Расстояние между максимумами освещенности увеличивается; в) уменьшается. **1093**. 0,589 мкм. **1095**. Так как толщина

пленки сильнее меняется книзу за счет собственного веса. **1096**. Для всех длин волн соблюдается условие максимума освещенности. **1097**. Вторая. **1098**. Расстояние между максимумами увеличивается. **1099**. 580 нм. **1100**. 1,5°. **1101**. $\varphi_2 = 4{,}1°$. **1102**. 10 мкм. **1103**. 11 см. **1105**. Отраженный частично поляризованный свет не пройдет через поляроид и не будет слепить глаза. **1106**. 500 ТГц; 600 нм. **1107**. 600 ТГц. **1108**. Одинаковые. **1109**. c. **1110**. $t = \frac{l}{1,2c} = 27{,}8$ нс. **1111**. $0{,}976c$. **1112**. Световой на 4 с раньше. **1113**. 1,67 а. е. м. **1114**. В 7,09 раза. **1115**. На 5,18 а. е. м. **1116**. $0{,}968c$. **1117**. $0{,}866c$; не увеличится, так как продукты покоятся в системе отсчета, связанной с кораблем, и их масса в этой системе отсчета не изменилась. **1118**. $1{,}055 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. **1119**. На 4,3 Мт. **1120**. Увеличится на 10^{-11} кг. **1121**. На $5 \cdot 10^{-17}$ кг. **1122**. На 3,2 мг. **1123**. $13{,}7 \cdot 10^{-14}$ Дж; $5{,}5 \cdot 10^{-14}$ Дж. **1124**. Увеличилась на $8{,}4 \cdot 10^{-12}$ кг. **1125**. Увеличилась на $3{,}7 \cdot 10^{-12}$ кг. **1126**. $1{,}93 \cdot 10^{-18}$ Н · с; $2{,}8 \cdot 10^9$ В. **1127**. 0,128 МэВ. **1128**. В 11 700 раз; 6,44 а. е. м. **1129**. 5,11 МВ. **1130**. 0,511 МэВ. **1131**. $6{,}69 \cdot 10^{-19}$ кг · м/с. **1132**. а) Увеличится; б) уменьшится; в) увеличится; г) уменьшится; д) не изменится; е) увеличится. **1133**. Освещая пластину, поднести к ней положительно заряженную палочку. **1134**. 4,2 эВ. **1135**. 4,26 эВ. **1136**. 4,4 эВ. **1137**. 564 нм. **1138**. Не возникает, так как красная граница фотоэффекта для цинка 295 нм. **1139**. 3,14 эВ. **1140**. 1,9 эВ. **1141**. 94,3 нм. **1142**. 1,5 эВ. **1143**. 530 км/с. **1144**. 330 нм. **1145**. 7,9 В. **1146**. $h = \frac{e(U_2 - U_1)}{\nu_2 - \nu_1} = 4{,}17 \cdot 10^{-15}$ эВ · с $= 6{,}7 \cdot 10^{-34}$ Дж · с. **1147**. $U_з = -\frac{A_в}{e} + \frac{h}{e}\nu$. Материал, для которого зависимость $U_з(\nu)$ выражена графиком II. Показывает отношение работы выхода данного материала к элементарному заряду. **1148**. $2{,}62 \cdot 10^{-19}$ Дж = 1,63 эВ; $5{,}23 \cdot 10^{-19}$ Дж = 3,26 эВ. **1149**. а) Рентгеновские; б) видимые. **1150**. 310 нм. **1151**. $1{,}23 \cdot 10^{20}$ Гц; 2,43 пм. **1152**. $6{,}63 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с. **1153**. $1{,}6 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с. **1154**. 1480 км/с. **1155**. 0,99 мкм. **1156**. 53; $5 \cdot 10^{13}$. **1157**. В 16 раз. **1158**. 4 мкПа; 2 мкПа; 2,8 мкПа. **1159**. Не изменится. **1160**. 41 кВ. **1161**. $1{,}91 \cdot 10^6$ К. **1162**. 0,1%. **1163**. 1,21 пм. **1164**. 22,43 пм. **1165**. 10 пм. **1166**. 28,8°. **1167**. 0,1 МэВ. **1168**. а) $6{,}63 \times 10^{-23}$ кг · м/с; б) $1{,}14 \cdot 10^{-22}$ кг · м/с. **1169**. $4{,}44 \cdot 10^{-23}$ кг · м/с. **1170**. На белую в 2 раза больше. **1171**. 58 сут.; 10^{-5} м/с^2. **1172**. Энергия излученных фотонов меньше. **1173**. 486 нм. **1174**. 253 нм. **1175**. 85,3 нм. **1176**. Однократную и двукратную, так как энергия фотона 49,5 эВ. **1177**. Увеличится в 9 раз; уменьшится в 4 раза. **1178**. В 5,4 раза. **1179**. 486 нм; 434 нм; 410 нм. **1180**. $1{,}097 \cdot 10^7$ м$^{-1}$.

1181. 121,5 нм. **1182**. Меньше или равно 91,2 нм. **1183**. 2,14 Мм/с. **1184**. Фотоны коротких длин волн возбуждают атомы люминофора, которые, возвращаясь в невозбужденное состояние, проходят промежуточные уровни энергии. **1185**. Возбужденные атомы раствора проходят промежуточные энергетические состояния, излучая видимый свет. **1186**. 5 мДж; 1 кВт. **1187**. $1{,}3 \cdot 10^{17}$. **1188**. 884 МВт/м^2; плотность потока излучения лазера в $6{,}5 \cdot 10^5$ раз больше. **1189**. Снизу вверх. **1190**. $6 \cdot 10^7$ м/с. **1191**. Счетчик реагирует на космические лучи. **1192**. От наблюдателя за плоскость чертежа. **1193**. Чтобы избежать опасного излучения (свинец поглощает заряженные частицы). **1194**. Кобальтовая пушка работает без источника тока, менее громоздка, проникающая способность γ-лучей выше, чем рентгеновских. **1195**. В верхних слоях атмосферы. **1196**. $^{235}_{92}U$. **1197**. В результате α-распада. **1198**. В результате β-распада. **1199**. $^{238}_{92}U \to$ $\to {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$; $^{209}_{82}Pb \to {}^{209}_{83}Bi + {}^{0}_{-1}e$. **1200**. $^{226}_{88}Ra \to {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$; импульсы по модулю одинаковы, энергия $^{4}_{2}He$ в 55,5 раза больше энергии $^{222}_{86}Rn$. **1201**. 0,29. **1202**. 4 сут. **1203**. 25%. **1206**. Z и M не изменяются, масса уменьшается на массу γ-кванта. **1207**. Z и M уменьшаются на 1; Z не изменяется; M уменьшается на 1. **1209**. 105 МэВ. **1210**. $^{27}_{13}Al + {}^{4}_{2}He \to {}^{30}_{14}Si + {}^{1}_{1}H$. **1211**. $^{11}_{5}B + {}^{4}_{2}He \to$ $\to {}^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n$. **1212**. $^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \to {}^{4}_{2}He + {}^{7}_{3}Li$. **1213**. $^{253}_{99}Es + {}^{4}_{2}He \to$ $\to {}^{256}_{101}Md + {}^{1}_{0}n$. **1214**. $^{242}_{94}Pu + {}^{22}_{10}Ne \to {}^{260}_{104}Ku + 4\,{}^{1}_{0}n$. **1215**. $^{24}_{11}Na$; $^{25}_{12}Mg$; $^{1}_{1}H$; $^{1}_{1}H$. **1216**. $^{63}_{30}Zn$; $^{62}_{30}Zn$; $^{62}_{29}Cu$. **1217**. $^{56}_{26}Fe + {}^{2}_{1}H \to {}^{54}_{25}Mn +$ $+ {}^{4}_{2}He$; $^{54}_{26}Fe + {}^{1}_{0}n \to {}^{54}_{25}Mn + {}^{1}_{1}H$. **1218**. $^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \to {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H$; $^{14}_{6}C \to$ $\to {}^{0}_{-1}e + {}^{14}_{7}N$. **1219**. $^{56}_{26}Fe + {}^{1}_{0}n \to {}^{56}_{25}Mn + {}^{1}_{1}H$; $^{56}_{25}Mn \to {}^{56}_{26}Fe + {}^{0}_{-1}e$. **1220**. Поглощается; выделяется; поглощается. **1221**. 15 МэВ. **1222**. 17 МэВ. **1223**. 2,8 МэВ. **1224**. 3,8 МэВ. **1225**. 8,7 МэВ. **1226**. Барий — 64 МэВ, криптон — 104 МэВ. **1227**. В углероде. **1228**. 23 МВт · ч; 2,8 т. **1229**. 53 МВт. **1230**. 17,6 МэВ. **1232**. В $2^{10} =$ $= 1024$ раза. **1233**. 14 см. **1234**. Безопасно, так как поглощенная доза за год равна 8,4 мГр. **1235**. Позитрон. **1236**. Позитрон. **1237**. Нейтрон; $^{13}_{7}N \to {}^{13}_{6}C + {}^{0}_{+1}e + \nu$. **1238**. $^{137}_{55}Cs \to {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{-1}e + \gamma$; $1{,}6 \cdot 10^{20}$ Гц; $0{,}95c$. **1239**. $3 \cdot 10^{19}$ Гц. **1240**. 2,2 МэВ. **1241**. 0,42 МэВ. **1242**. 2,4 пм. **1243**. $1{,}63 \cdot 10^{22}$ Гц.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Учебное издание

Серия «Задачники «Дрофы»

Рымкевич Андрей Павлович

ФИЗИКА

Задачник. 10—11 классы

Пособие для общеобразовательных учреждений

Ответственный редактор *Е. Н. Тихонова*
Оформление *А. В. Кузнецов*
Оригинал-макет подготовила *Г. М. Татаринова*
Технический редактор *В. Ф. Козлова*
Корректор *Н. С. Соболева*

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.03.953.Д.004992.08.05 от 16.08.2005.

Подписано к печати 20.12.05. Формат $60 \times 90^1/_{16}$. Бумага типографская.
Гарнитура «Школьная». Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,0.
Тираж 85 000 экз. Заказ № 13558 (Кр+Гз).

ООО «Дрофа». 127018, Москва, Сущевский вал, 49.

**Предложения и замечания по содержанию и оформлению книги
просим направлять в редакцию общего образования
издательства «Дрофа»: 127018, Москва, а/я 79.
Тел.: (095) 795-05-41. E-mail: chief@drofa.ru**

Федеральное государственное унитарное предприятие Смоленский полиграфический комбинат Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям. 214020, г. Смоленск, ул. Смольянинова, 1.